ORTAÖĞRETİM

KİMYA

12

DERS KİTABI

Yazarlar

Kevser ÇETİN
Murat AMANVERMEZ
Nurten KULE

DEVLET KİTAPLARI
………………………., 2023

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .... : 7223
DERS KİTAPLARI DİZİSİ .... : 1862

HAZIRLAYANLAR

Editör
Prof. Dr. Ayşe DİNÇER

Dil Uzmanı
Murat AKTÜRK

Program Geliştirme Uzmanı
Doç. Dr. Derya GÖĞEBAKAN YILDIZ

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Handegül ARSLAN

Rehberlik Uzmanı
Hasan ÜSTÜN

Görsel Tasarımcı
Cenk Özgür BAŞKAYA
Elif IŞIK

ISBN
978-975-11-6781-1

Millî Eğitim Bakanlığı , Talim ve Terbiye Kurulunun 24.06.2019 gün ve 15 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiştir.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

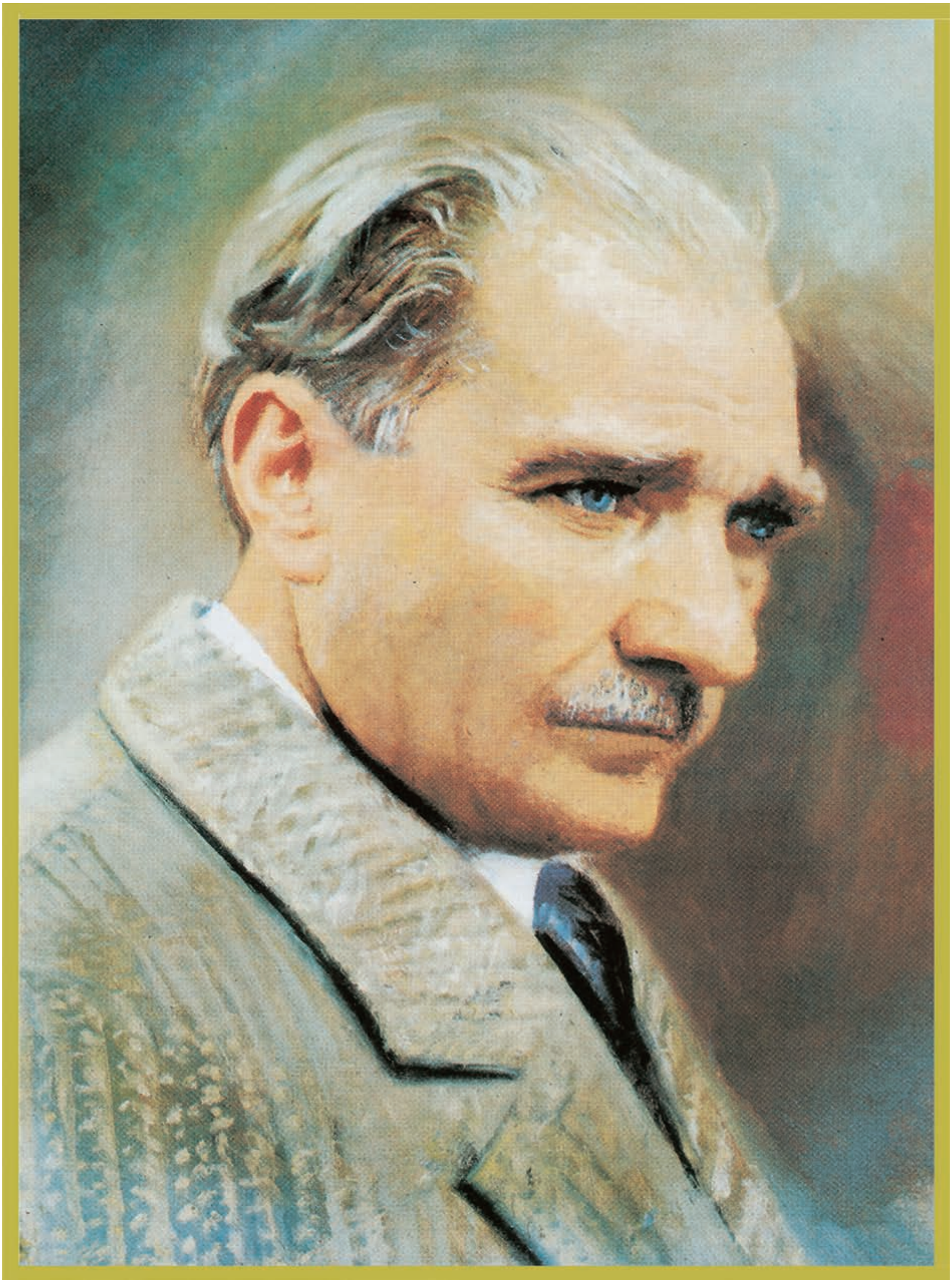
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

1. ÜNİTE KİMYA VE ELEKTRİK 13

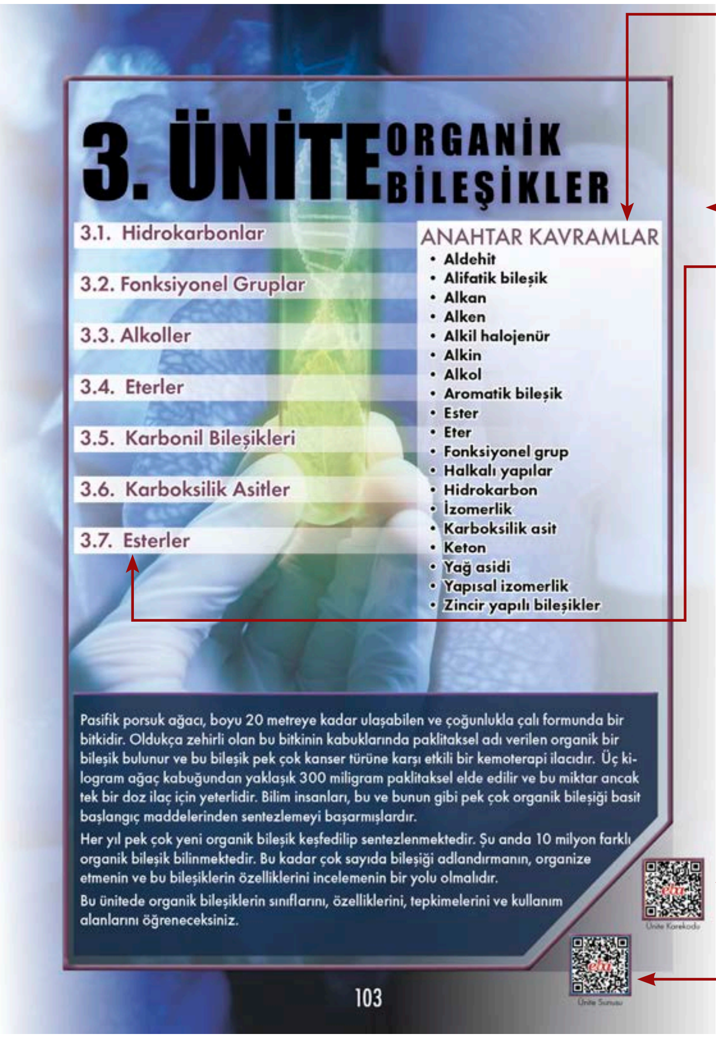
2. ÜNİTE KARBON KİMYASINA GİRİŞ 67

3. ÜNİTE ORGANİK BİLEŞİKLER 103

4. ÜNİTE ENERJİ KAYNAKLARI VE BİLİMSEL GELİŞMELER 163

EKLER

KİTABIN TANITIMI


3. ÜNİTE ORGANİK BİLEŞİKLER

3.1. Hidrokarbonlar
3.2. Fonksiyonel Gruplar
3.3. Alkoller
3.4. Eterler
3.5. Karbonil Bileşikleri
3.6. Karboksilik Asitler
3.7. Esterler

ANAHTAR KAVRAMLAR
- Aldehit
- Alifatik bileşik
- Alkan
- Alken
- Alkil halojenür
- Alkin
- Alkol
- Aromatik bileşik
- Ester
- Eter
- Fonksiyonel grup
- Halkalı yapılar
- Hidrokarbon
- İzomerlik
- Karboksilik asit
- Keton
- Yağ asidi
- Yapısal izomerlik
- Zincir yapılı bileşikler

Pasifik porsuk ağacı, boyu 20 metreye kadar ulaşabilen ve çoğunlukla çalı formunda bir bitkidir. Oldukça zehirli olan bu bitkinin kabuklarında paklitaksel adı verilen organik bir bileşik bulunur ve bu bileşik pek çok kanser türüne karşı etkili bir kemoterapi ilacıdır. Üç kilogram ağaç kabuğundan yaklaşık 300 miligram paklitaksel elde edilir ve bu miktar ancak tek bir doz ilaç için yeterlidir. Bilim insanları, bu ve bunun gibi pek çok organik bileşiği basit başlangıç maddelerinden sentezlemeyi başarmışlardır.

Her yıl pek çok yeni organik bileşik keşfedilip sentezlenmektedir. Şu anda 10 milyon farklı organik bileşik bilinmektedir. Bu kadar çok sayıda bileşiği adlandırmanın, organize etmenin ve bu bileşiklerin özelliklerini incelemenin bir yolu olmalıdır.

Bu ünitede organik bileşiklerin sınıflarını, özelliklerini, tepkimelerini ve kullanım alanlarını öğreneceksiniz.

Ünite Karekodu

Ünite Sunusu

103

Ünitede geçen **kavramları** ve **ünite bölümlerini** gösteren **ünite kapağı**

Üniteye ait **karekod**

Ünite sunusuna ait **karekod**

KISALTMALAR

A	amper
°C (t)	derece Celcius
e^-	elektron
F	Faraday
g	gram
(g)	gaz
(k)	katı
kJ	kilojul
L	litre
mL	mililitre
P	basınç
(s)	sıvı
s	saniye
V	volt

Konu başlığı

Öğrencilerin konuya olan ilgi ve merakını artıran, konuyu günlük hayatla ilişkilendiren **başlarken** bölümü

Konu anlatımları

Öğrenilen bilgilerin pekiştirilmesi amacıyla hazırlanan **çözümlü soru** bölümü

Öğrenilen bilgilerin pekiştirilmesi amacıyla hazırlanan ve çözümü öğrenciden istenen soruların yer aldığı **sıra sizde** bölümü


Faraday Kanunları

Başlarken

1 mol elektronun yükü = 1 F = 96 485 C

Q = I . t

Q: Elektriksel yük miktarı (coulomb)

I: Akım şiddeti (amper)

t: Zaman (saniye)

Çözümlü Soru

Bir elektroliz devresinden 2 400 coulomb elektrik yükü geçebilmesi için 4 amperlik akım devreden kaç dakika geçirilmelidir?

Çözüm

Devreden geçen akım süresi Q = I · t formülünden yararlanılarak hesaplanır. Saniye cinsinden bulunan akım süresi altmışa bölünerek dakikaya çevrilir.

Q = I · t 600/60 = 10 dakika

2400 = 4 · t

t = 600 saniye

Sıra Sizde

Bir elektroliz devresinden 500 saniye boyunca 0,5 amperlik akım geçirilmektedir.

Buna göre elektroliz devresinden geçen elektrik yükü miktarını hesaplayınız.

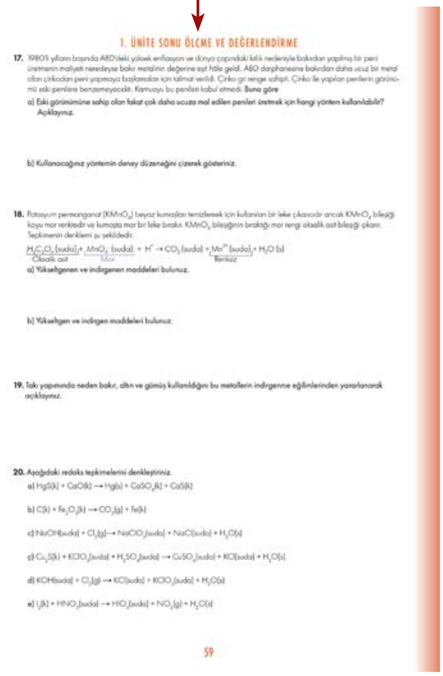
43

Kimya 12

Konuyla ilgili öğretici ve yönlendirici metinlerin yer aldığı **okuma parçası** bölümü

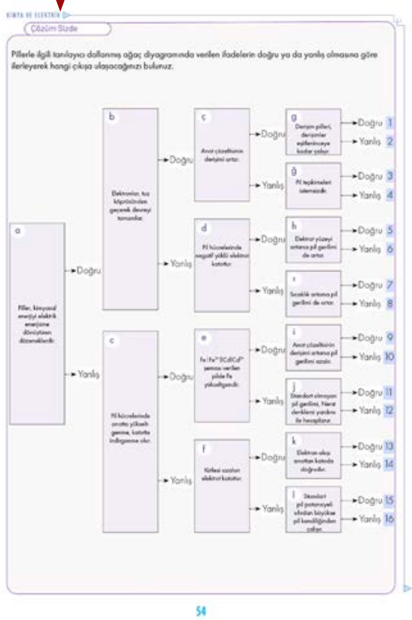


Ünite sonu **ölçme ve değerlendirme** soruları



Konu içi uygulamaların olduğu **deney** ve **çözüm sizde** bölümleri





GÜVENLİK İŞARETLERİ

ELDİVEN GİY



Yapılacak işlemde çok sıcak bir yüzeyin veya ısıtıcının olduğunu gösterir. Ayrıca kırılabilir malzeme veya cilde zararlı maddelerle çalışılırken de eldiven giyilmesi gereklidir.

ELEKTRİK UYARISI



Yapılacak işlemlerde elektriğin şehir hattından kullanılması gerektiğini ve güç kaynağı kullanılırken iletken kısımlara dokunulmasının tehlikeli olacağını belirtir.

GÖZLÜK KULLAN



Deneye başlamadan önce gözlük takmak gerektiğini belirtir. Gözlüksüz çalışmak göz sağlığı için zararlıdır.

ÇEVREYE ZARARLI (EKOTOKSİK) MADDE



Suya ve doğadaki canlılara zarar veren maddeleri ifade eder. Bu maddeler su ve doğaya kontrolsüz şekilde atılmamalıdır.

KORUYUCU ELBİSE GİY



Laboratuvar deneylerinde kullanılan malzemeler elbiselere sıçrayıp onları aşındırabileceğinden önlük veya tulum kullanılmasının uygun olacağını gösterir.

KOROZİF (AŞINDIRICI) MADDE



Metalleri ve canlı dokuları aşındırabilen maddeleri ifade eder. Bu maddeler deriye ve göze hasar verebilir. Göz ve deriyi korumak için önlemler alınmalıdır.

KESİCİ/DELİCİ CİSİM UYARISI



Yapılacak işlemlerde kesici/delici gereçlerin kullanıldığını ve bunların işlemler sırasında yaralanmalara yol açabileceğini belirtir.

TOKSİK (ZEHİRLİ) MADDE



Zehirlenmelere neden olan ve kanserojen etki yapabilen maddeleri belirtir. Bu maddeler vücut ile temas ettirilmemelidir. Zehirlenme belirtileri görüldüğünde tıbbi yardım alınmalıdır.

SICAK CİSİM UYARISI



Yapılacak işlemde bir ısıtıcının ya da sıcak bir yüzeyin olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için özen gösterilmelidir.

RADYOAKTİF MADDE



Radyasyona neden olan maddeleri ifade eder. Bu maddeler, canlı dokularına kalıcı hasar vererek kanserojen etki yapar. Bu işaretin bulunduğu yerlerden uzak durulmalıdır.

KIRILABİLİR CAM UYARISI



Cam malzemelerin kırılabileceğini gösterir. Cam malzemelerin aşırı ısıtılmaması ve ani sıcaklık değişimlerine maruz kalmaması sağlanmalıdır.

OKSİTLEYİCİ, YAKICI MADDE



Havasız ortamda bile yanabilen maddeleri ifade eder. Bu maddeler, yanabilen maddelerle karıştırılırsa patlayabilir. Tutuşturucularla temas ettirilmemelidir.

YANICI MADDE



Üzerinde bu işaret bulunan maddeler kolayca tutuşabilir özelliktedir. Isı kaynaklarından uzak tutulmalıdır. Bu tür maddelerle çalışılan ortamlarda yangın söndürücü bulundurulmalıdır.

PATLAYICI MADDE



Kıvılcım, ısınma, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabilen maddeleri belirtir. Bu maddeler ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır.

SAĞLIĞA ZARARLI MADDE



Yutulduğunda ya da hava yoluyla alındığında organlara zarar veren maddeyi ifade eder.

TAHRİŞ EDİCİ MADDE



Alerjik deri reaksiyonlarına neden olan maddeleri belirtir. Bu maddeler ozon tabakasına zarar verebilir. Vücuda ve göze temas ettirilmemelidir. Bu maddelerin bulunduğu ortamlarda koruyucu giysi giyilmelidir.

1. ÜNİTE KİMYA VE ELEKTRİK

1.1. İndirgenme-Yükseltgenme Tepkimelerinde Elektrik Akımı

1.2. Elektrotlar ve Elektrokimyasal Hücreler

1.3. Elektrot Potansiyelleri

1.4. Kimyasallardan Elektrik Üretimi

1.5. Elektroliz

1.6. Korozyon

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Anot
- Elektrik yükü
- Elektrolit
- Elektrolitik hücre
- Elektroliz
- Elektrot
- Faraday sabiti
- Galvanik hücre
- İndirgenme
- Katodik koruma
- Katot
- Korozyon
- Metal kaplamacılık
- Metallerin aktiflik sırası
- Redoks
- Standart elektrot potansiyeli
- Tuz köprüsü
- Yarı hücre
- Yükseltgenme

Modern bilim tarihi, insana doğada mevcut olan gücü kullanmadan önce onu anlaması gerektiğini göstermiştir. Söz gelimi yıldırım, ilk çağlardan beri insanoğlu için hem korku hem de merak kaynağı olmuş ve modern zamanlara kadar da bilinmezliğini korumuştur. Yıldırıma dair sırların aydınlığa kavuşması, elektriğin keşfedilmesini ve insan hayatının vazgeçilmez bir parçası olmasını sağlamıştır. Elektrik, cep telefonlarından bilgisayarlara, televizyonlardan aydınlatmaya kadar günlük hayatın her aşamasında kullanılmaya başlanmış ve dünya ekonomisinin tamamını destekleyen enerjinin temel formu hâlini almıştır.

Elektrik, elektron aktarımının bir sonucu olarak ortaya çıkar. Güneş ışığının besin maddesine dönüşmesinden bu besini pişirmek için akıllı telefondan bir tarif aramaya, yemek yaparken gerekli enerjiyi sağlamak için besin maddelerini metabolize etmeye ve oksijeni soluyup karbon dioksidi dışarı vermeye kadar günlük hayatta gerçekleştirilen pek çok tepkimede bir türden diğerine elektron aktarılır.

Bu ünitede elektronun nasıl aktarıldığını, elektron aktarımının olduğu tepkimelerin denkleştirilmesini, kimyasal tepkimeden nasıl elektrik üretildiğini ve kimyasal tepkimeleri gerçekleştirmek için elektriği kullanmayı öğreneceksiniz.

Ünite Karekodu

Ünite Sunusu

1.1. İNDİRGENME-YÜKSELTGENME TEPKİMELERİNDE ELEKTRİK AKIMI

İndirgenme-Yükseltgenme (Redoks) Tepkimeleri

Başlarken

Bitkilerin fotosentezi, saçların beyazlaması, trafik kontrollerinde sürücülerin alkollü olup olmadığının belirlenmesi ve insanlar için çok önemli bir enerji kaynağı olan hücresel solunum gibi olaylarda hangi tür tepkimelerin gerçekleştiğini biliyor musunuz?

Adli tıp araştırmalarında olay mahallindeki kanın varlığı sizce nasıl tespit ediliyor?

Uzun süre kullanılmayan bir bisikletin zinciri sizce neden paslanır?



Günlük hayatta çok sayıda kimyasal tepkime gerçekleşir. Bu tepkimelerde bağlar kırılır ve oluşur, elektronlar kaybedilir ve kazanılır. Meydana gelen tepkimelerin pek çoğunu indirgenme-yükseltgenme tepkimeleri oluşturur. Elektron alışverişinin olduğu bu tepkimelere **indirgenme-yükseltgenme (redoks) tepkimesi** denir. Saçın beyazlaması (Görsel 1.1) ve demirin paslanması (Görsel 1.2) indirgenme-yükseltgenme tepkimelerine örnek verilebilir.



Görsel 1.1: Beyazlamış saç



Görsel 1.2: Paslı demir

Isırılan bir elmanın belli bir süre sonra kararmaya başlamasının temel nedeni oksijendir. Oksijen, elmanın içindeki fenolik maddelerle tepkimeye girer. Elektronegatifliği büyük olan oksijen, fenolik maddelerin elektronlarını çeker. Oksijen elektron kazanır, fenolik maddeler elektron kaybeder. Fenolik maddeler ile oksijen arasında gerçekleşen tepkime bir indirgenme-yükseltgenme tepkimesidir.

Bir kimyasal tepkimenin indirgenme-yükseltgenme tepkimesi olup olmadığının belirlenebilmesi için tepkimeye giren ve tepkime sonucu oluşan türlerdeki her bir elementin yükseltgenme basamakları bulunur. Bir atom ya da iyonun tek başına veya bileşiklerinde sahip olduğu yüke **yükseltgenme basamağı** denir. Bir kimyasal tepkimede elementlerin yükseltgenme basamakları değişiyorsa bu tepkime indirgenme-yükseltgenme tepkimesidir. Elementlerin yükseltgenme basamakları belirlenirken bazı anyon ve katyonların yükseltgenme basamaklarıyla ilgili bilgilere ihtiyaç duyulur.

Aşağıda verilen Tablo 1.1 ve kurallar dikkate alınarak bir bileşikteki ya da çok atomlu iyondaki elementlerin yükseltgenme basamakları bulunur.

Tablo 1.1: Bazı Anyon ve Katyonların Yükseltgenme Basamakları

Katyonlar	Yükseltgenme Basamağı	Anyonlar	Yükseltgenme Basamağı
H^+, Li^+, Na^+, K^+, Ag^+, Cu^+, Hg^+, NH_4^+	+1	F^-, Cl^-, Br^-, I^-, NO_3^-, OH^-, CN^-, MnO_4^-	-1
Be^{2+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}, Fe^{2+}, Hg^{2+}, Ni^{2+}, Sn^{2+}, Pb^{2+}	+2	O^{2-}, S^{2-}, SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, MnO_4^{2-}, $Cr_2O_7^{2-}$	-2
Al^{3+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}	+3	P^{3-}, N^{3-}, PO_4^{3-}	-3
Sn^{4+}, Pb^{4+}	+4		

Yükseltgenme Basamağı Belirleme Kuralları

1. Atomik veya moleküler yapıdaki bütün elementlerin yükseltgenme basamakları sıfırdır.

   Örnek: $\overset{0}{Ca}$, $\overset{0}{K}$, $\overset{0}{H}_2$, $\overset{0}{O}_2$, $\overset{0}{P}_4$, $\overset{0}{S}_8$

2. Tek atomlu iyonların yükleri elementin yükseltgenme basamaklarını verir.

   Örnek: Al^{3+} iyonunda yükseltgenme basamağı +3, Cl^{-} iyonunda -1'dir.

3. Hidrojen, ametallerle oluşturduğu bileşiklerde +1, metallerle oluşturduğu hidrür bileşiklerinde -1 yükseltgenme basamağında bulunur.

   Örnek: $\overset{+}{H}_2O$, $N\overset{+}{H}_3$, $C\overset{+}{H}_4$, $\overset{+}{H}NO_3$

   $Na\overset{-}{H}$, $Ca\overset{-}{H}_2$, $K\overset{-}{H}$, $Mg\overset{-}{H}_2$

4. Oksijen, oluşturduğu bileşiklerde genellikle -2, peroksit bileşiklerinde -1 yükseltgenme basamağında yer alırken sadece OF_2 bileşiğinde +2 yükseltgenme basamağında bulunur.

   Örnek: $H_2\overset{2-}{O}$, $Na_2\overset{2-}{O}$, $N\overset{2-}{O}_2$

   $H_2\overset{-}{O}_2$, $Na_2\overset{-}{O}_2$, $Ca\overset{-}{O}_2$

   $\overset{2+}{O}F_2$

5. Halojenlerin hidrojenle ve metallerle yaptığı bileşiklerde yükseltgenme basamağı -1'dir ancak bir halojen, kendinden daha elektronegatif bir atomla bağ oluşturduğunda +1 ile +7 arasında yükseltgenme basamağına sahip olabilir. Elektronegatifliği flordan büyük element bulunmadığı için flor, bütün bileşiklerde -1 yükseltgenme basamağında yer alır.

   Örnek: $H\overset{-}{I}$, $H\overset{-}{Cl}$, $Na\overset{-}{Br}$, $Mg\overset{-}{Cl}_2$

   $H\overset{+}{Cl}O$, $H\overset{3+}{Cl}O_2$, $H\overset{5+}{Cl}O_3$

   $H\overset{-}{F}$, $Na\overset{-}{F}$, $B\overset{-}{F}_3$

6. Metaller, oluşturduğu bileşiklerde pozitif yükseltgenme basamağına sahiptir. 1A grubu metalleri her zaman +1, 2A grubu metalleri her zaman +2 yükseltgenme basamağında yer alır.

   Örnek: $\overset{+}{K}Cl$, $\overset{+}{Na}_2O$,

   $\overset{2+}{Mg}O$, $\overset{2+}{Ca}Cl_2$

7. Moleküllerin veya iyonik bileşiklerdeki bütün atomların yükseltgenme basamaklarının toplamı her zaman sıfırdır.

   Örnek: $\overset{4+}{C}\overset{2-}{O}_2$, $\overset{+}{H}_2\overset{6+}{S}\overset{2-}{O}_4$, $\overset{+}{K}\overset{7+}{Mn}\overset{2-}{O}_4$

8. Çok atomlu iyonlardaki elementlerin yükseltgenme basamaklarının toplamı iyon yüküne eşittir.

   Örnek: $(\overset{4+}{C}\overset{2-}{O}_3)^{2-}$, $(\overset{3-}{N}\overset{+}{H}_4)^{+}$, $(\overset{6+}{Cr}_2\overset{2-}{O}_7)^{2-}$

Çözümlü Soru

$KMnO_4$ bileşiğindeki Mn atomunun yükseltgenme basamağını bulunuz.

Çözüm

Bileşiği oluşturan atomların yükseltgenme basamaklarının toplamı sıfırdır. Potasyum ve oksijenin yükseltgenme basamakları eşitlikteki yerlerine yazılır.

$K + Mn + 4(O) = 0$

$+1 + Mn + 4(-2) = 0$

$Mn = +7$

Çözümlü Soru

PO_4^{3-} iyonunda P atomunun yükseltgenme basamağını bulunuz.

Çözüm

Çok atomlu iyonlardaki elementlerin yükseltgenme basamaklarının toplamı iyon yüküne eşittir. Oksijenin yükseltgenme basamağı eşitlikteki yerine yazılır.

P + 4(O) = -3 P + 4(-2) = -3 P = +5

Sıra Sizde

Aşağıdaki madde çiftlerinin hangisinde altı çizili elementlerin yükseltgenme basamakları aynıdır? İşaretleyiniz.

I. $\underline{N}H_4^+$, $\underline{N}O_3^-$ ☐
II. $\underline{C}_2O_4^{2-}$, $\underline{P}H_3$ ☐
III. $H_2\underline{S}O_4$, $\underline{Cr}_2O_7^{2-}$ ☐
IV. $Mg\underline{S}$, $\underline{S}O_2$ ☐

Yükseltgen ve İndirgen Madde

Başlarken

Denizaltı bazen su üstünde, bazen de suyun içinde nasıl hareket edebiliyor?

Denizaltının içinde özel tanklar bulunur. Denizaltı suya daldığında tankların kapakları açılır ve içeriye su girer. Su ile dolan tanklar denizaltının ağırlığını artırır ve suyun derinlerine dalmasını sağlar. Denizaltı yüzeye çıkmak istediğinde tanklardaki su boşaltılır ve denizaltı suyun yüzeyine doğru yükselir.

Atom, elektron kazanırsa indirgenir; elektron kaybederse yükseltgenir. Bu durum, denizaltıda gerçekleşen olaya benzetilebilir (Görsel 1.3).



Görsel 1.3: İndirgenme-yükseltgenme tepkimelerinin denizaltı örneğinde gösterimi

Bir atom ya da iyonun elektron kaybetmesine **yükseltgenme (oksidasyon)** adı verilir. Yükseltgenen atom ya da iyonun değerliği, kaybettiği elektron sayısı kadar artar. Bu olayı gösteren tepkimelere **yükseltgenme yarı tepkimesi** denir.

$x^0 \longrightarrow x^+ + e^-$

$x^+ \longrightarrow x^{3+} + 2e^-$

$x^0 \longrightarrow x^{n+} + ne^-$

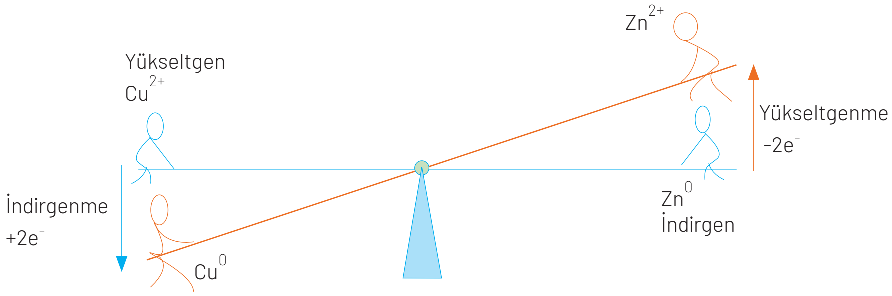
Bir atom ya da iyonun elektron kazanmasına **indirgenme (redüksiyon)** adı verilir. İndirgenen atom ya da iyonun değerliği, kazandığı elektron sayısı kadar azalır. Bu olayı gösteren tepkimelere **indirgenme yarı tepkimesi** denir.

$$Y^0 + e^- \rightarrow Y^-$$

$$Y^+ + e^- \rightarrow Y^0$$

$$Y^0 + ne^- \rightarrow Y^{n-}$$

Yükseltgenme olayı elektron kaybetme, indirgenme olayı elektron kazanma olduğuna göre bir kimyasal tür elektron kaybediyorsa başka bir kimyasal türün elektron kazanması gerekir. Bu yüzden bir kimyasal tür yükseltgendiğinde diğer bir kimyasal tür indirgenir. Bir kimyasal tepkimede yükseltgenme varsa indirgenme olayı da kesinlikle vardır. İndirgenme ve yükseltgenmenin bir arada olduğu bu tepkimelere **indirgenme-yükseltgenme** ya da **redoks tepkimesi** denir. Bir redoks tepkimesinde meydana gelen yükseltgenme ve indirgenme olayları tahterevalliye benzetilebilir (Görsel 1.4).



Görsel: 1.4: İndirgenme-yükseltgenme tepkimelerinin tahterevalli örneğinde gösterimi

$Zn(k) + Cu^{2+}(suda) \rightarrow Zn^{2+}(suda) + Cu(k)$

Zn metali Cu^{2+} iyonuna 2 elektron verdiği için Zn metalinin değerliği 0'dan +2'ye yükseltgenir. Cu^{2+} iyonu Zn metalinin 2 elektronunu alarak 0'a indirgenir. Zn metali elektron vererek Cu^{2+} iyonunun indirgenmesine neden olduğu için indirgen, Cu^{2+} iyonu Zn metalinin elektronunu alarak yükseltgenmesine neden olduğu için yükseltgendir. Elektron vererek kendisi yükseltgenirken karşısındakini indirgeyen maddeye **indirgen** denir. Kimyada yaygın indirgen maddelere H_2, SO_2 örnek verilebilir.

$$2\overset{4+}{N}O_2(g) + 7\overset{0}{H}_2(g) \rightarrow 2\overset{3-}{N}H_3(g) + 4\overset{+}{H}_2O(s)$$

Yukarıdaki tepkimede H_2 azota elektron vererek azotun indirgenmesine neden olmuştur. H_2 indirgendir.

Elektron alarak kendisi indirgenirken karşısındakini yükseltgeyen maddeye **yükseltgen** denir. Kimyada yaygın yükseltgen maddelere O_2, $KMnO_4$, H_2SO_4, HNO_3 ve H_2O_2 örnek verilebilir.

$$3\overset{0}{Cu}(k) + 8H\overset{5+}{N}O_3(suda)^- \rightarrow 3\overset{2+}{Cu}(NO_3)_2(suda) + 2\overset{2+}{N}O(g) + 4H_2O(s)$$

Yukarıdaki tepkimede HNO_3 bileşiği bakır atomundan elektron alarak bakırın yükseltgenmesine neden olmuştur. HNO_3 yükseltgendir.

Çözümlü Soru

$Fe + ½O_2 \rightarrow FeO$ tepkimesinde yükseltgen ve indirgen maddeleri bulunuz.

Çözüm

$\overset{0}{Fe} + ½\overset{0}{O_2} \rightarrow \overset{2+}{Fe}\overset{2-}{O}$

Bu tepkimede demir atomu iki elektron vererek Fe^{2+} iyonuna yükseltgenirken oksijen molekülündeki bir O atomu da iki elektron alarak O^{2-} iyonuna indirgenmiştir. Demir, oksijene elektron vererek oksijeni indirgediği için indirgen; oksijen, demirin elektronlarını alarak demirin yükseltgenmesine neden olduğu için yükseltgendir.

Sıra Sizde

Bir parça Zn metali erlen içine konularak metalin üzerine HCl çözeltisi ilave ediliyor ve çözeltiden H_2 gazı çıkışı gözleniyor. Erlenin ağzına bir balon takıldığında balonu şişirecek kadar gaz çıkışı oluyor ve $ZnCl_2$ tuzu oluşuyor.

a) Bu kapta gerçekleşen tepkime denklemini yazınız.

b) Bu tepkimenin redoks tepkimesine örnek verilme nedenini açıklayınız.

c) Tepkimedeki indirgen ve yükseltgen maddeleri gösteriniz.

ç) Zn yerine Cu metali konulduğunda kapta redoks tepkimesi gerçekleşir mi? Açıklayınız.

Çözümlü Soru

I. $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

II. $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$

a) Yukarıdaki tepkimeler redoks tepkimesine örnek verilebilir mi? Nedenleriyle açıklayınız.

b) Bir tepkimenin redoks tepkimesi olup olmadığı sadece tepkimeye bakılarak belirlenebilir mi? Nedenleriyle açıklayınız.

Çözüm

a) I. $\overset{0}{N_2} + 3\overset{0}{H_2} \rightarrow 2\overset{3-}{N}\overset{+}{H_3}$ tepkimesinde elementlerin değerliği yazılırsa azotun indirgendiği, hidrojenin yükseltgendiği görülür. Bu nedenle tepkime bir redoks tepkimesidir.

II. $\overset{+}{Na}\overset{2-}{O}\overset{+}{H} + \overset{+}{H}\overset{-}{Cl} \rightarrow \overset{+}{Na}\overset{-}{Cl} + \overset{+}{H_2}\overset{2-}{O}$ tepkimesinde elementlerin değerliğinin değişmediği görülür. Bu nedenle tepkime bir redoks tepkimesi değildir.

b) Tepkimede elementel hâlden bileşik hâline ya da bileşik hâlinden elementel hâle geçen tür varsa bu tepkime kesinlikle redoks tepkimesidir. Böyle bir durum yoksa türlerin değerlikleri yazılmadan tepkimenin türü bilinemez.

İndirgenme-yükseltgenme tepkimeleri etkinliğine ulaşmak için akıllı cihazınıza karekodu okutunuz.

Deney



Deney sırasında laboratuvarda uyulması gereken güvenlik kurallarına dikkat ediniz.

İndirgenme-Yükseltgenme Tepkimelerinin İzlenmesi

40 dakika

Amaç

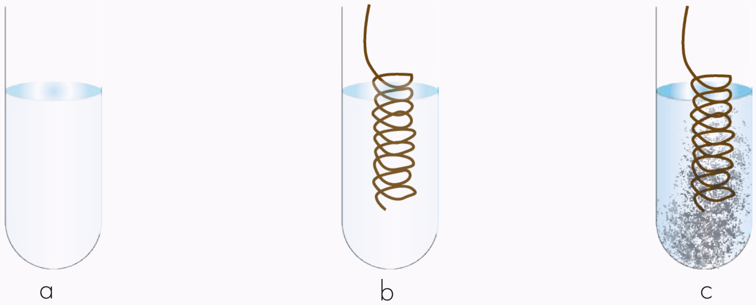
Bakır metalinin $AgNO_3$ (gümüş nitrat) çözeltisi ile tepkimesindeki indirgenme ve yükseltgenme olaylarını yorumlayabilme.

Araç Gereç

- Bakır tel
- $AgNO_3$ çözeltisi
- Deney tüpü

Deneyin Yapılışı

- Deney tüpüne 100 mL $AgNO_3$ çözeltisi koyunuz (a).
- Spiral hâle getirilmiş bakır teli çözeltiye batırarak 10 dakika bekleyiniz (b - c).
- Gözlemlerinizi kaydediniz.
- Çözeltiden çıkarılan bakır teli bir kabın içine silkeleyiniz.



Değerlendirme

1. Deney tüpünde gerçekleşen tepkime denklemini yazınız.

2. Çözeltideki bakır tel üzerinde gümüş metalinin birikmesi hangi yarı tepkime ile açıklanır? Yazınız.

3. Çözeltinin renginin maviye dönüşmesinin nedenini açıklayınız.

4. Bu deneyi $Cu(NO_3)_2$ çözeltisine gümüş tel batırarak yapınız. Gözlemlerinizi kaydederek yorumlayınız.

Sıra Sizde

Aşağıdakilerden hangileri redoks tepkimesidir? Nedenleriyle açıklayınız.

a) $KClO_3(k) \rightarrow KCl(k) + {}^3/_2O_2(g)$

b) $CaCO_3(k) \rightarrow CaO(k) + CO_2(g)$

c) $Cu(k) + 2H_2SO_4(suda) \rightarrow CuSO_4(suda) + SO_2(g) + 2H_2O(s)$

ç) $NaClO_3(k) + 3SO_2(g) + 3H_2O(s) \rightarrow NaCl(suda) + 3H_2SO_4(suda)$

d) $NH_3(g) + HCN(s) \rightarrow NH_4CN(k)$

Redoks Tepkimelerinin Denkleştirilmesi

Başlarken

$N_2 + H_2 \rightarrow NH_3$

$K_2Cr_2O_7 + CH_3CH_2OH + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + CH_3COOH + H_2O$

Yukarıda verilen tepkimelerin ikisi de deneme yanılma yöntemi ile kolaylıkla denkleştirilebilir mi?

Basit kimyasal tepkimeler deneme yanılma yöntemi ile denkleştirilebilse de bu durum karmaşık redoks tepkimeleri için söz konusu değildir. Redoks tepkimelerinin denkleştirilmesi, alınan ve verilen elektron sayılarının eşit olması prensibine göre yapılır. Bu amaçla redoks tepkimeleri denkleştirilirken yükseltgenme basamağı değişim yöntemi veya yarı tepkime yöntemi kullanılır.

Yükseltgenme Basamağı Değişim Yöntemi

Yükseltgenme basamağı değişim yöntemi ile nötr ortamda tepkime denklemlerinin denkleştirme basamakları aşağıdaki redoks tepkimesi üzerinde verilmiştir.

$H_2S(suda) + HNO_3(suda) \rightarrow S(k) + NO(g) + H_2O(s)$

1. Tepkimedeki her bir elementin yükseltgenme basamağı bulunur.

$\overset{+}{H}_2\overset{2-}{S}(suda) + \overset{+}{H}\overset{5+}{N}\overset{2-}{O}_3(suda) \rightarrow \overset{0}{S}(k) + \overset{2+}{N}\overset{2-}{O}(g) + \overset{+}{H}_2\overset{2-}{O}(s)$

2. Alınan ve verilen elektron sayıları belirlenir.

$\overset{+}{H}_2\overset{2-}{S}(suda) + \overset{+}{H}\overset{5+}{N}\overset{2-}{O}_3(suda) \rightarrow \overset{0}{S}(k) + \overset{2+}{N}\overset{2-}{O}(g) + \overset{+}{H}_2\overset{2-}{O}(s)$

S: 2 e⁻ vermiş.
N: 3 e⁻ almış.

3. Alınan ve verilen elektron sayıları uygun katsayılar kullanılarak denkleştirilir.

$\overset{+}{H}_2\overset{2-}{S}(suda) + \overset{+}{H}\overset{5+}{N}\overset{2-}{O}_3(suda) \rightarrow \overset{0}{S}(k) + \overset{2+}{N}\overset{2-}{O}(g) + \overset{+}{H}_2\overset{2-}{O}(s)$

S: 3 · 2 e⁻ vermiş.
N: 2 · 3 e⁻ almış.

4. Bulunan katsayılar tepkime denklemi üzerinde gösterilir.

$3H_2S(suda) + 2HNO_3(suda) \rightarrow 3S(k) + 2NO(g) + H_2O(s)$

5. Tepkimedeki hidrojen ve oksijen elementlerinin atom sayılarını eşitlemek için H_2O bileşiğinin katsayısı 4 alınarak tepkime denkleştirme tamamlanmış olur.

$3H_2S(suda) + 2HNO_3(suda) \rightarrow 3S(k) + 2NO(g) + 4H_2O(s)$

Çözümlü Soru

$As_2S_3(k) + HNO_3(suda) + H_2O(s) \rightarrow H_3AsO_4(suda) + S(k) + NO(g)$ tepkimesini yükseltgenme basamağı değişim yöntemini kullanarak denkleştiriniz.

Çözüm

Tepkimenin denkleştirme basamakları şu şekildedir:

1. Tepkimedeki her bir elementin yükseltgenme basamağı belirlenir.

$$\overset{3+}{As_2}\overset{2-}{S_3}(k) + \overset{+}{H}\overset{5+}{N}\overset{2-}{O_3}(suda) + \overset{+}{H_2}\overset{2-}{O}(s) \rightarrow \overset{+}{H_3}\overset{5+}{As}\overset{2-}{O_4}(suda) + \overset{0}{S}(k) + \overset{2+}{N}\overset{2-}{O}(g)$$

2. Alınan ve verilen elektron sayıları belirlenir.

$$\overset{3+}{As_2}\overset{2-}{S_3}(k) + \overset{+}{H}\overset{5+}{N}\overset{2-}{O_3}(suda) + \overset{+}{H_2}\overset{2-}{O}(s) \rightarrow \overset{+}{H_3}\overset{5+}{As}\overset{2-}{O_4}(suda) + \overset{0}{S}(k) + \overset{2+}{N}\overset{2-}{O}(g)$$

2 As atomu 4 e^- verir.
3 S atomu 6 e^- verir.
1 N atomu 3 e^- alır.

Bir redoks tepkimesinde birden fazla indirgen ve yükseltgen olabilir.

3. Alınan ve verilen toplam elektron sayıları uygun katsayılar kullanılarak denkleştirilir.

$$\overset{3+}{As_2}\overset{2-}{S_3}(k) + \overset{+}{H}\overset{5+}{N}\overset{2-}{O_3}(suda) + \overset{+}{H_2}\overset{2-}{O}(s) \rightarrow \overset{+}{H_3}\overset{5+}{As}\overset{2-}{O_4}(suda) + \overset{0}{S}(k) + \overset{2+}{N}\overset{2-}{O}(g)$$

3 · 10 e^- verildi.
10 · 3 e^- alındı.

4. Bulunan katsayılar tepkime denklemi üzerinde gösterilir ve tepkimedeki elementlerin atom sayıları da dikkate alınarak denklem eşitlenir.

$$3As_2S_3(k) + 10HNO_3(suda) + 4H_2O(s) \rightarrow 6H_3AsO_4(suda) + 9S(k) + 10NO(g)$$

Yarı Tepkime Yöntemi

Tepkime denklemlerinin nötr ortamda ve yarı reaksiyon yöntemi kullanılarak denkleştirilmesi ile ilgili kurallar aşağıdaki redoks tepkimesi üzerinde verilmiştir.

$$KClO_3(k) + SO_2(g) + H_2O(s) \rightarrow KCl(suda) + H_2SO_4(suda)$$

1. Tepkime, yükseltgenme ve indirgenme yarı tepkimesi olarak ayrı ayrı yazılır.

Yükseltgenme yarı tepkimesi: $\overset{4+}{S}O_2 \rightarrow H_2\overset{6+}{S}O_4 + 2e^-$

İndirgenme yarı tepkimesi: $K\overset{5+}{Cl}O_3 + 6e^- \rightarrow K\overset{-}{Cl}$

2. Yarı tepkimeler, elektron sayılarını eşitlemek amacı ile uygun katsayılarla çarpılır.

$3[\overset{4+}{S}O_2 \rightarrow H_2\overset{6+}{S}O_4 + 2e^-]$

$1[K\overset{5+}{Cl}O_3 + 6e^- \rightarrow K\overset{-}{Cl}]$

3. Yarı tepkimeler toplanır.

$3SO_2 \rightarrow 3H_2SO_4 + \cancel{6e^-}$

$KClO_3 + \cancel{6e^-} \rightarrow KCl$

$3SO_2 + KClO_3 \rightarrow 3H_2SO_4 + KCl$

4. Redoksa katılmayan atomların denkliği ayrıca sayılarak yapılır. O ve H atomlarını eşitlemek için H_2O bileşiğinin katsayısı 3 alınarak denkleştirme tamamlanır.

$$3SO_2(g) + KClO_3(k) + 3H_2O(s) \rightarrow 3H_2SO_4(suda) + KCl(suda)$$

Çözümlü Soru

$P(k) + HNO_3(suda) + H_2O(s) \rightarrow H_3PO_4(suda) + NO(g)$ tepkimesini yarı tepkime yöntemi ile denkleştiriniz.

Çözüm

1. Yükseltgenme ve indirgenme yarı tepkimeleri ayrı ayrı yazılır.

   Yükseltgenme yarı tepkimesi: $\overset{0}{P} \rightarrow \overset{+}{H_3}\overset{5+}{P}\overset{2-}{O_4} + 5e^-$

   İndirgenme yarı tepkimesi: $3e^- + \overset{+}{H}\overset{5+}{N}\overset{2-}{O_3} \rightarrow \overset{2+}{N}\overset{2-}{O}$

2. Yarı tepkimeler, elektron sayılarının eşitlenmesi için uygun katsayılarla çarpılır.

   $3[\overset{0}{P} \rightarrow \overset{+}{H_3}\overset{5+}{P}\overset{2-}{O_4} + 5e^-]$

   $5[3e^- + \overset{+}{H}\overset{5+}{N}\overset{2-}{O_3} \rightarrow \overset{2+}{N}\overset{2-}{O}]$

3. Yarı tepkimeler toplanır.

   $3\overset{0}{P} \rightarrow 3\overset{+}{H_3}\overset{5+}{P}\overset{2-}{O_4} + \cancel{15e^-}$

   $\cancel{15e^-} + 5\overset{+}{H}\overset{5+}{N}\overset{2-}{O_3} \rightarrow 5\overset{2+}{N}\overset{2-}{O}$

   $3P + 5HNO_3 \rightarrow 3H_3PO_4 + 5NO$

4. O ve H atomlarının eşitlenmesi için H_2O bileşiğinin katsayısı 2 alınarak denkleştirme tamamlanır.

   $3P + 5HNO_3 + 2H_2O \rightarrow 3H_3PO_4 + 5NO$

Sıra Sizde

$Bi(k) + H_2SO_4(suda) \rightarrow Bi_2(SO_4)_3(suda) + SO_2(g) + H_2O(s)$ tepkimesini aşağıdaki adımları takip ederek denkleştiriniz.

1. Tepkimedeki her bir elementin yükseltgenme basamağını belirleyiniz.

   $Bi(k) + H_2SO_4(suda) \rightarrow Bi_2(SO_4)_3(suda) + SO_2(g) + H_2O(s)$

2. Alınan ve verilen elektron sayılarını belirleyiniz.

   $Bi(k) + H_2SO_4(suda) \rightarrow Bi_2(SO_4)_3(suda) + SO_2(g) + H_2O(s)$

3. Alınan ve verilen toplam elektron sayılarını uygun katsayılar kullanarak denkleştiriniz.

   $Bi(k) + H_2SO_4(suda) \rightarrow Bi_2(SO_4)_3(suda) + SO_2(g) + H_2O(s)$

4. Tepkime denklemi üzerinde katsayıları göstererek her bir elementin atom sayılarını eşitleyiniz.

   $Bi(k) + H_2SO_4(suda) \rightarrow Bi_2(SO_4)_3(suda) + SO_2(g) + H_2O(s)$

Sıra Sizde

Aşağıdaki redoks tepkimelerini denkleştiriniz.

a) $FeCl_3(suda) + SnCl_2(suda) \rightarrow FeCl_2(suda) + SnCl_4(suda)$

b) $H_2O_2(suda) + FeS(suda) + HCl(suda) \rightarrow FeCl_3(suda) + H_2SO_4(suda) + H_2O(s)$

c) $Br_2(suda) + KOH(suda) \rightarrow KBr(suda) + KBrO(suda) + H_2O(s)$

ç) $P(k) + NaOH(suda) + H_2O(s) \rightarrow PH_3(g) + NaH_2PO_2(suda)$

d) $PbO_2(suda) + HI(suda) \rightarrow PbI_2(suda) + I_2(k) + H_2O(s)$

Redoks Tepkimeleri ve Elektrik Enerjisi

Başlarken

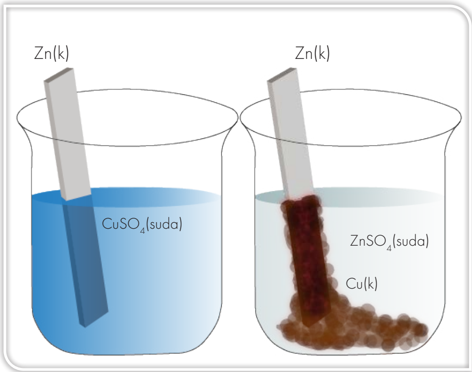
Farklı futbol takımlarını tutan bir grup genç, takımlarının final maçını televizyondan dostça izlemek için bir araya gelir. Maçın skoru 3-0 iken elektrikler kesilir. Yenik durumdaki takımın taraftarı olan gençler, arkadaşlarının heyecanlarına ortak olmak için küçük bir el radyosu bulur fakat radyonun pillerinin olmadığını fark eder. Yeni pil almak için yeterli zamanı olmayan bu gençlere nasıl bir çözüm önerirsiniz?



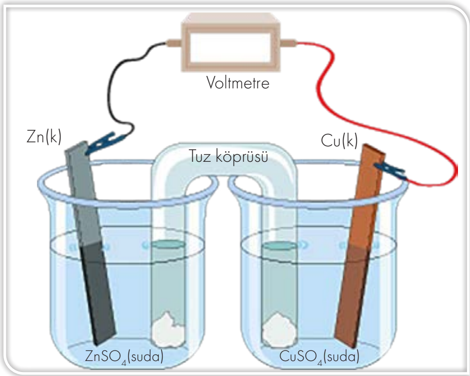
Redoks tepkimeleri elektron alışverişinin olduğu tepkimelerdir. Bu tepkimelerde indirgen ve yükseltgen maddeler, elektron alışverişini aynı kapta doğrudan temasla yapabileceği gibi farklı kaplarda dolaylı yoldan da yapabilir.

Bir beherglastaki 1 M $CuSO_4$ çözeltisine metalik Zn batırılıp bir süre beklendiğinde Zn parçasının üzerinde kırmızı renkli Cu metalinin toplandığı, çözeltinin mavi renginin de kaybolduğu gözlenir. Zn metali 2 e^- vererek yükseltgenirken çözeltideki Cu^{2+} iyonları bu elektronları alarak indirgenir. Bu olayda elektron alışverişi doğrudan temasla gerçekleşir (Görsel 1.5).

Redoks tepkimelerinde yükseltgen ve indirgen, doğrudan temas etmeden de elektron alışverişi yapabilir (Görsel 1.6). İngiliz bilim insanı John Frederic Daniell (Can Fredrik Denyıl) Cu levhayı $CuSO_4$ çözeltisine, Zn levhayı $ZnSO_4$ çözeltisine batırmış ve oluşturduğu iki yarı hücreyi iletken bir tel ve tuz köprüsü ile birbirine bağlayarak bir galvanik hücre oluşturmuştur. İndirgenden yükseltgene doğru aktarılan bu elektronlar sayesinde kullanılabilir elektrik enerjisi elde etmiştir. Zn ve Cu yarı hücrelerinden oluşan bu sisteme **Daniell pili** denir. Pil, dışarıdan bir etki olmaksızın kendiliğinden çalışan ve kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren sistemdir. Pilde gerçekleşen redoks tepkimesi istemli bir tepkimedir.



Görsel 1.5: Yükseltgen ve indirgenin doğrudan teması



Görsel 1.6: Yükseltgen ve indirgenin doğrudan temas etmemesi

Başladıktan sonra dışarıdan bir etki olmaksızın kendiliğinden gerçekleşen tepkimelere **istemli tepkime** denir.

$$H_2(g) + ½O_2(g) \rightarrow H_2O(s)$$

H_2 ve O_2 gazlarından H_2O eldesi, bir kıvılcımla başladıktan sonra kendiliğinden devam eder. İstemli redoks tepkimelerinde kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşür.

Kendiliğinden gerçekleşmeyen tepkimelere ise **istemsiz tepkime** adı verilir. İstemsiz tepkimenin gerçekleşmesi için dışarıdan sürekli bir etki gerekir.

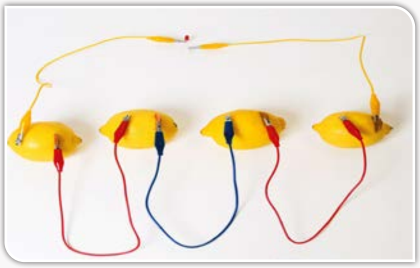
$$H_2O(s) \rightarrow H_2(g) + ½O_2(g)$$

H_2O bileşiği kendiliğinden H_2 ve O_2 gazlarına ayrışmaz. Tepkime istemsiz olduğu için elektrik enerjisi harcanarak yükseltgenme ve indirgenme gerçekleştirilir. Böyle bir redoks tepkimesinde elektrik enerjisi kimyasal enerjiye dönüşür.

Çözüm Sizde

Limon, portakal, patates gibi meyve ve sebzeler ile küçük bir el radyosunu çalıştıracak pil yapabilirsiniz.

- Pil düzeneği tasarlayınız.
- Deney düzeneğini kurarken gerekli malzemeleri belirleyiniz ve güvenlik önlemlerini alınız.



Uyarı: Pil yapımında kullandığınız meyve ve sebzeleri tüketmeyiniz.

Değerlendirme

1. Pil yapımında tüm meyve ve sebzeler kullanılabilir mi? Gerekçeleriyle açıklayınız.

2. El radyosunun çalışma süresini uzatmak için çözüm önerilerinde bulununuz.

1.2. ELEKTROTLAR VE ELEKTROKİMYASAL HÜCRELER

Elektrokimyasal Piller

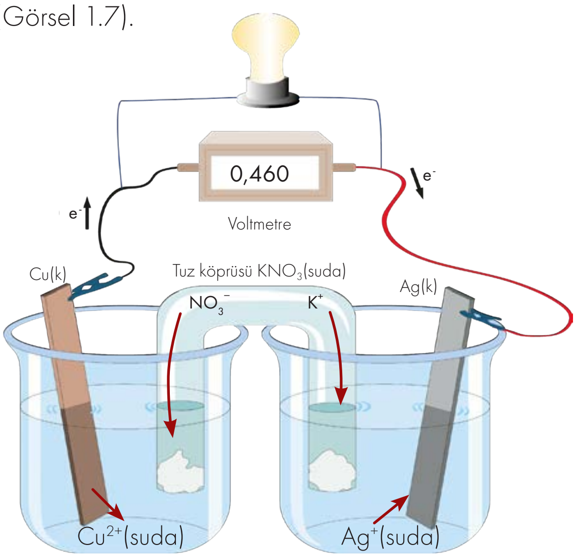
Başlarken

Alüminyum folyoya sarılmış bir yiyeceği yerken yanlışlıkla küçük bir miktar alüminyum folyo ısırırsanız ve dişlerinizde metal dolgularınız varsa ağzınızda tuhaf bir elektrik çarpması ve ağrı hissedebilirsiniz. Bu durumun sebebi ne olabilir?



Bir metalin kendi katyonunu içeren çözeltiye daldırılması ile hazırlanan düzeneğe **yarı hücre** denir. İki yarı hücrenin tuz köprüsü ve iletken bir tel yardımıyla birbirine bağlanmasıyla oluşturulan düzeneğe ise **galvanik hücre** (**elektrokimyasal pil**) adı verilir.

Örneğin Cu^{2+} iyonlarını içeren çözeltiye Cu metali, Ag^{+} iyonlarını içeren çözeltiye Ag metali batırılarak iki yarı hücre oluşturulur. Yarı hücrelerdeki metal çubuklar bir iletken tel ile, kaplardaki çözeltiler ise doygun KNO_3 çözeltisini içeren tuz köprüsü ile birbirine bağlanır. Oluşturulan galvanik hücrede elektrik devresi tamamlandığından devreden akım geçtiği gözlenir (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Galvanik hücre

Devreden akım geçerken pil sisteminde zamanla şu değişiklikler meydana gelir:

- Cu metalinin kütlesinde azalma
- Ag metalinin kütlesinde artma
- Cu^{2+} iyonunun derişiminde artma
- Ag^{+} iyonunun derişiminde azalma
- Pil potansiyelinde azalma

Elektrik akımını ileten (serbest iyon içeren) çözeltilere **elektrolit**, elektrolit içerisine batırılan metal veya grafit çubuklara da **elektrot** denir. İndirgenme-yükseltgenme olayına karışmayan, yalnızca elektrik akımını ileten platin, altın, grafit gibi etkisiz maddelere ise **inert elektrot** adı verilir. Pil çalışırken elektrot kütlesinde değişme olur, elektrodun tepkimeye girmesi istenmiyorsa inert elektrot kullanılır.

Diş dolgusuna alüminyum folyo temas ettiğinde hissedilen ağrının sebebi, farklı metallerden yapılan folyo ve dolgunun elektrot, tükürük salgısının da elektrolit görevi görmesiyle ağızda bir çeşit galvanik hücre oluşmasıdır. Diş kökündeki sinirler oluşan elektrik akımını ağrı olarak beyne iletir.

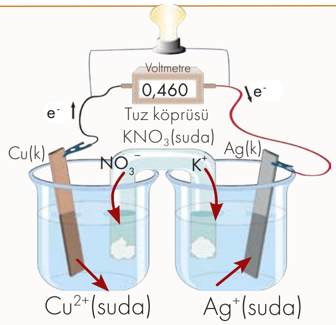
Yükseltgenmenin gerçekleştiği elektroda **anot**, indirgenmenin gerçekleştiği elektroda **katot** adı verilir. Elektron akışı her zaman anottan katoda doğrudur.

Anahtar Bilgi

Pil çalışırken negatif yüklü elektronlar anotta açığa çıktığı için anot "-" işaretiyle, katot "+" işaretiyle gösterilir.

İçinde KNO_3, NaCl gibi suda çok çözünen iyonik bileşiklerin doygun çözeltileri bulunan ters çevrilmiş U borusuna **tuz köprüsü** denir. Tuz köprüsünün iki ucu, iyonların göç etmesine izin veren ancak toplu sıvı akışını önleyen gözenekli bir malzeme ile tıkanır. Tuz köprüsü, anot ve katot bölmelerinin yük denkliğini korur ve çözeltilerin elektrik akımını iletmesine yardımcı olur. Tuz köprüsündeki eksi yüklü iyonlar anot bölmesine, artı yüklü iyonlar katot bölmesine giderek yük denkliğini sağlar.

Sıra Sizde



Aşağıdaki cümlelerde yer alan boşlukları verilen pil düzeneğinden hareketle doldurunuz.

- Düzenekteki .... elektrot anot, ... elektrot katottur.
- Elektrolit olarak .... ve .... çözeltileri kullanılabilir.
- Anotta meydana gelen yükseltgenme yarı tepkimesi .... şeklindedir. Serbest kalan elektronlar dış devreden .... doğru gider.
- Katotta meydana gelen indirgenme yarı tepkimesi .... şeklindedir.
- Tuz köprüsündeki .... iyonları .... elektrodun bulunduğu çözeltiye, ... iyonları .... elektrodun bulunduğu çözeltiye giderek yük denkliğini sağlar.

Deney

Zn/Cu Elektrokimyasal Pili

Deney sırasında laboratuvarda uyulması gereken güvenlik kurallarına dikkat ediniz.

40 dakika

Amaç

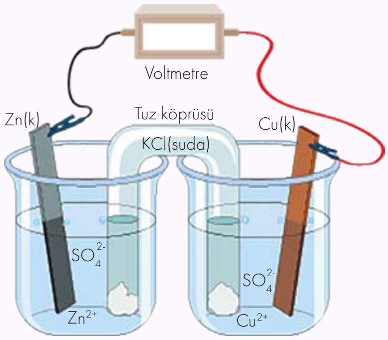
Elektrokimyasal pillerin çalışma mantığını yorumlayabilme.

Araç Gereç

- Zn elektrot
- Cu elektrot
- 500 mL'lik beher (2 adet)
- 100 mL'lik mezür
- 100 mL saf su
- 10 g $ZnSO_4$ katısı
- 10 g $CuSO_4$ katısı
- Tuz köprüsü
- Voltmetre
- Hassas terazi

Deneyin Yapılışı

- $ZnSO_4$ ve $CuSO_4$ katılarını ellişer mililitre saf su ile çözünüz ve bu çözeltileri iki ayrı behere doldurunuz.
- Elektrotları tartınız ve $ZnSO_4$ çözeltisinin olduğu behere Zn elektrodu, $CuSO_4$ çözeltisinin olduğu behere Cu elektrodu batırınız.
- Bir tuz köprüsü yardımıyla iki kabı birbirine bağlayınız.
- Voltmetrenin artı kutbunu Zn elektroda, eksi kutbunu ise Cu elektroda bağlayınız.
- Voltmetrede gözlemlediğiniz değişimi kaydediniz.
- Elektrotları tekrar tartıp verilerinizi kaydediniz.



Uyarı: Laboratuvarı temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme

1. Anot ve katot bölmelerini belirleyiniz.

2. Anot ve katot bölmelerinde gerçekleşen yarı pil tepkimelerini yazınız.

3. Elektron akımının yönünü belirtiniz.

4. Zn^{2+} ve Cu^{2+} iyon derişimlerindeki değişimi açıklayınız.

5. Tuz köprüsündeki iyonların hareket yönlerini açıklayınız.

Zn-Cu pili etkinliğine ulaşmak için akıllı cihazınıza karekodu okutunuz.

1.3. ELEKTROT POTANSİYELLERİ

Standart Pil Potansiyelleri

Başlarken

Manisa lalesi gibi pek çok endemik türe ev sahipliği yapan Spil Dağı'nın rakımı 1 250 metredir.

Sizce bir yerin rakımı nasıl belirlenir?



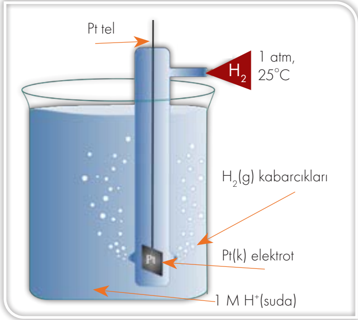
Anot ve katot yarı hücrelerinde gerçekleşen yarı pil tepkimelerine göre net pil tepkimesinin potansiyeli değişir. Anottaki yarı pil tepkimesinin yükseltgenme, katottaki yarı pil tepkimesinin indirgenme potansiyeli arttıkça net pil tepkimesinin potansiyeli artar.

Net pil tepkimesinin potansiyeli, anot ve katot bölmelerindeki çözeltilerin derişimine, sıcaklığına ve gaz olan maddeler varsa gazın basıncına bağlı olarak değişir. 25 °C sıcaklıkta anot ve katot bölmelerindeki pozitif yüklü iyon derişimleri 1 mol/L, gaz basıncı 1 atm alınarak **standart pil** oluşturulur. Standart bir pilin başlangıç anındaki potansiyeline **standart pil potansiyeli (E^0_{pil})** veya **standart hücre potansiyeli** denir. Standart pil potansiyeli, yarı pil tepkimelerinin standart potansiyellerinin toplamına eşittir.

$$E^0_{pil} = E^0_{yük.} + E^0_{ind.}$$

Pil tepkimelerinde yükseltgenme ve indirgenme yarı tepkimeleri aynı anda gerçekleşir. Bu tepkimeler tek başına gerçekleşmez. Bu nedenle yarı pil tepkimelerinin potansiyelleri referans bir elektroda göre bulunur. Referans olarak hidrojen elektrot kullanılır.

H^+ iyonu derişimi 1 mol/L olan asit çözeltisine 1 atm basınçta ve 25 °C sıcaklıkta H_2 gazı gönderilerek **standart hidrojen elektrot (SHE)** oluşturulur. Standart hidrojen elektrot, 1 M H^+ iyonu içeren çözeltiye daldırılmış bir platin parçası içerir. Platin, tepkimeye girmeden elektron iletimini ve H^+ iyonunun indirgenmesini ya da H_2 gazının yükseltgenmesini sağlar (Görsel 1.8).



Görsel 1.8: Standart hidrojen elektrot

Standart hidrojen elektrodun potansiyeli 0,00 V olarak kabul edilmiştir. Standart elektrot potansiyelinin ölçümü için hidrojen elektrot seçilmesi, yeryüzündeki herhangi bir noktanın yüksekliğinin belirlenmesi için deniz seviyesinin 0 m kabul edilmesine benzetilebilir.

- Bir pilin anodunda

$$H_2(g) \rightarrow 2H^+(suda) + 2e^-$$

yarı pil tepkimesine göre H_2 gazı yükseltgeniyorsa yükseltgenme yarı pil tepkimesinin standart potansiyeli $E^0 = 0,00$ V kabul edilir.

- Bir pilin katodunda

$$2H^+(suda) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$$

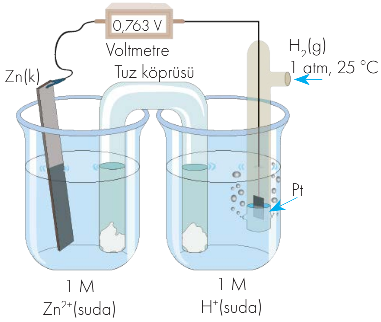
yarı pil tepkimesine göre H^+ iyonu indirgeniyorsa indirgenme yarı pil tepkimesinin standart potansiyeli $E^0 = 0,00$ V kabul edilir.

Sıra Sizde

Standart elektrot potansiyeli ile rakım arasındaki benzer özelliklerin verildiği tabloyu uygun ifadelerle doldurunuz.

Standart Elektrot Potansiyeli	Deniz Seviyesi ve Rakım
	Yeryüzündeki herhangi bir noktanın yüksekliğinin belirlenmesi için deniz seviyesinin yüksekliği 0 m kabul edilir.
Standart hidrojen elektrodu ile ölçülen potansiyeller indirgenme potansiyelleridir. "+" ve "-" işaretleri maddenin indirgenme eğilimini gösterir.	
	Rakımın değeri ne kadar büyük ise deniz seviyesinden o kadar yükseğe çıkılmıştır.

Bir elektrodu hidrojen olan herhangi bir pilin standart pil potansiyeli, diğer standart yarı pil tepkimesinin potansiyeline eşittir.



Standart hidrojen elektrodun standart çinko (Zn) elektroda bağlanması ile oluşan pilin standart pil potansiyeli 0,763 volttur. Pil çalışırken Zn metalinin kütlesi azalır. Pt levha üzerinde H_2 gazı oluşur ve gaz çözeltiden ayrılır.

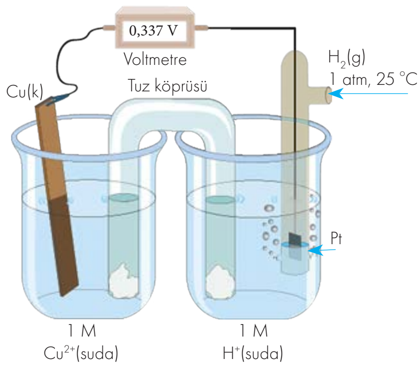
Anot:	$Zn(k) \longrightarrow Zn^{2+}(suda) + 2e^-$	Yükseltgenme yarı pil tepkimesi
Katot:	$2H^+(suda) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$	İndirgenme yarı pil tepkimesi
	$Zn(k) + 2H^+(suda) \longrightarrow Zn^{2+}(suda) + H_2(g)$	Net pil tepkimesi

$E^0_{pil} = E^0_{yük.} + E^0_{ind.}$

$0,763 = E^0_{yük.} + 0,00$

$E^0_{yük.} = 0,763\ V$

Voltmetrede ölçülen değer Zn metalinin yükseltgenme potansiyelidir. Bu değerin ters işaretlisi (-0,763 V) Zn^{2+} iyonunun indirgenme potansiyeline eşittir.



Standart hidrojen elektrodun standart Cu elektroda bağlanması ile oluşan pilin standart pil potansiyeli 0,337 volttur. Pil çalışırken Cu metalinin kütlesi ve hidrojen elektrottaki H^+ iyonunun derişimi artar.

Voltmetrede ölçülen standart pil potansiyeli, Cu^{2+} iyonunun Cu metaline indirgenme yarı pil tepkimesinin potansiyelidir.

Anot:	$H_2(g) \longrightarrow 2H^+(suda) + 2e^-$	Yükseltgenme yarı pil tepkimesi
Katot:	$Cu^{2+}(suda) + 2e^- \longrightarrow Cu(k)$	İndirgenme yarı pil tepkimesi
	$H_2(g) + Cu^{2+}(suda) \longrightarrow 2H^+(suda) + Cu(k)$	Net pil tepkimesi

$E^0_{pil} = E^0_{yük.} + E^0_{ind.}$

$0,337 = 0,00 + E^0_{ind.}$

$E^0_{ind.} = 0,337\ V$

Voltmetrede ölçülen değer Cu^{2+} iyonunun indirgenme potansiyelidir. Bu değerin ters işaretlisi (-0,337 V) Cu metalinin yükseltgenme potansiyeline eşittir.

Standart elektrot potansiyelleri, IUPAC (Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği) tarafından **standart bir yarı hücrede gerçekleşen indirgenme potansiyeli** olarak tanımlanmıştır.

SHE kullanılarak belirlenen bazı standart indirgenme yarı tepkimelerinin potansiyelleri Tablo 1.2'de verilmiştir.

Tablo 1.2: Bazı Katyonların Standart İndirgenme Potansiyelleri

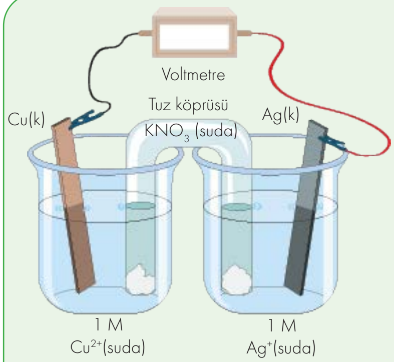
İndirgenme Yarı Tepkimesi	Standart İndirgenme Potansiyeli (E^0, V)
$Au^{3+}(suda) + 3e^- \rightarrow Au(k)$	+1,498
$Hg^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Hg(s)$	+0,850
$Ag^{+}(suda) + e^- \rightarrow Ag(k)$	+0,799
$Cu^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cu(k)$	+0,337
$2H^{+}(suda) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	0,000
$Pb^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Pb(k)$	-0,126
$Sn^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Sn(k)$	-0,136
$Ni^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Ni(k)$	-0,250
$Cd^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cd(k)$	-0,403
$Fe^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Fe(k)$	-0,440
$Cr^{3+}(suda) + 3e^- \rightarrow Cr(k)$	-0,744
$Zn^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Zn(k)$	-0,763
$Al^{3+}(suda) + 3e^- \rightarrow Al(k)$	-1,662
$Mg^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Mg(k)$	-2,372
$Na^{+}(suda) + e^- \rightarrow Na(k)$	-2,714
$Ca^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Ca(k)$	-2,866
$K^{+}(suda) + e^- \rightarrow K(k)$	-2,931
$Li^{+}(suda) + e^- \rightarrow Li(k)$	- 3,040

Anahtar Bilgi

E^0_{pil},

- Anot ve katot bölmelerinde yer alan elektrotların yükseltgenme potansiyellerinin farkına eşittir.
- Anot ve katot bölmelerinde yer alan çözeltilerin içerisindeki katyonların indirgenme potansiyellerinin farkına eşittir.

Çözümlü Soru



$Cu^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cu(k)$ $E^0 = +0,337$ V

$Ag^{+}(suda) + e^- \rightarrow Ag(k)$ $E^0 = +0,799$ V

Yandaki yarı pil tepkimelerinin standart potansiyelleri bilindiğine göre bu pille ilgili olarak

a) Anot ve katot bölmelerini belirleyiniz.

b) Anot ve katot bölmelerinde gerçekleşen yarı pil tepkimelerini ve net pil tepkimesini yazınız.

c) Net pil tepkimesindeki indirgen ve yükseltgen maddeleri belirleyiniz.

ç) Standart pil potansiyelini hesaplayınız.

d) Elektron akımının yönünü belirtiniz.

e) Elektrotların kütlelerindeki değişimi açıklayınız.

f) Cu^{2+} ve Ag^{+} iyon derişimlerindeki değişimi açıklayınız.

g) Tuz köprüsündeki iyonların hareket yönlerini açıklayınız.

Çözüm

a) Cu^{2+} ve Ag^{+} iyonlarının standart indirgenme potansiyelleri karşılaştırıldığında $E^0_{Ag^+/Ag} > E^0_{Cu^{2+}/Cu}$ olduğundan pil çalışırken Ag^{+} iyonu indirgenir. İndirgenmenin gerçekleştiği Ag elektrot katottur. Dolayısıyla yükseltgenmenin gerçekleştiği Cu elektrot da anottur.

b) Anot: $Cu(k) \rightarrow Cu^{2+}(suda) + 2e^-$ Yükseltgenme yarı pil tepkimesi

Katot: + $2/Ag^{+}(suda) + e^- \rightarrow Ag(k)$ İndirgenme yarı pil tepkimesi

$Cu(k) + 2Ag^{+}(suda) \rightarrow Cu^{2+}(suda) + 2Ag(k)$ Net pil tepkimesi

c) $Cu(k) + 2Ag^{+}(suda) \leftrightarrows Cu^{2+}(suda) + 2Ag(k)$

İndirgenme

Yükseltgenme

Yükseltgen (indirgenen) madde: Ag^{+}(suda)

İndirgen (yükseltgenen) madde: Cu(k)

ç) Bir yarı hücrede gerçekleşen tepkime herhangi bir katsayı ile genişletilirse tepkimenin elektrot potansiyeli değeri değişmez.

$E^0_{pil} = E^0_{yük.} + E^0_{ind.}$

$E^0_{pil} = E^0_{Cu/Cu^{2+}} + E^0_{Ag^+/Ag}$

$E^0_{pil} = -0,337 + 0,799$

$E^0_{pil} = +0,462$ volttur.

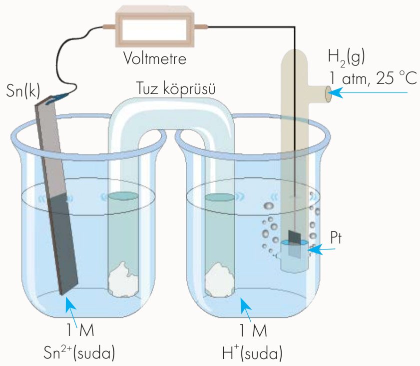
d) Elektron akımı, yükseltgenmenin gerçekleştiği anot (Cu) elektrottan indirgenmenin gerçekleştiği katot (Ag) elektroda doğrudur.

e)
- Anotta Cu metali Cu^{2+} iyonuna yükseltgendiğinden Cu(k) elektrodun kütlesi azalır.
- Katotta Ag^{+} iyonları Ag metaline indirgendiğinden Ag(k) elektrodun kütlesi artar.

f)
- Anotta Cu metali Cu^{2+} iyonuna yükseltgendiğinden Cu^{2+} iyonunun derişimi artar.
- Katotta Ag^{+} iyonları Ag metaline indirgendiğinden Ag^{+} iyonunun derişimi azalır.

g) Tuz köprüsündeki anyonlar (NO_3^- iyonları) anot bölmesine, katyonlar (K^+ iyonları) katot bölmesine doğru hareket eder.

Sıra Sizde



$$2H^+(suda) + 2e^- \longrightarrow H_2(g) \qquad E^0 = 0{,}00\ V$$

$$Sn^{2+}(suda) + 2e^- \longrightarrow Sn(k) \qquad E^0 = -0{,}136\ V$$

Yarı pil tepkimelerinin standart potansiyelleri bilindiğine göre şekilde gösterilen pilden hareketle aşağıdaki cümlelerde yer alan boşlukları doğru ifadelerle doldurunuz.

a) Düzenekteki .... yükseltgenen, ... indirgenendir.

b) Standart pil potansiyeli .... volttur.

c) Elektronlar dış devrede .... elektrottan .... elektroda doğru hareket eder.

ç) Zamanla Sn(k) kütlesi ....

d) Zamanla Pt(k) kütlesi ....

e) Zamanla Sn yarı hücresindeki Sn^{2+} iyonu derişimi ....

f) Zamanla hidrojen yarı hücresindeki çözeltinin pH değeri ....

g) Zamanla voltmetrede okunan pil potansiyeli ....

Hücre Diyagramı Gösterimi

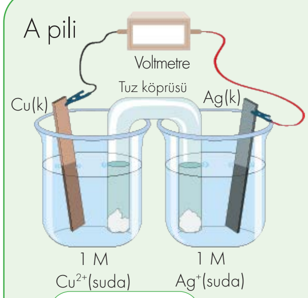
Elektrokimyasal hücreleri hücre diyagramı ile göstermek pratik bir yoldur. Bir hücre diyagramı, herhangi bir elektrokimyasal hücrenin bileşenlerini sembolik bir şekilde ifade eder. Hücre diyagramları genel olarak aşağıdaki gibi gösterilir.

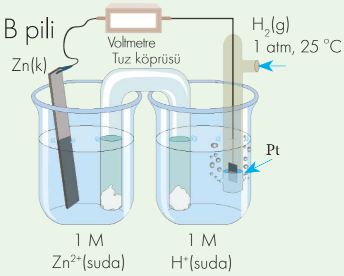
Metal elektrot | Elektrolitteki metal katyonu ve katyonun derişimi || Elektrolitteki metal katyonu ve katyonun derişimi | Metal elektrot

| (Faz sınırı) || (Tuz köprüsü) | (Faz sınırı)

Anot yarı hücresi (yükseltgenme) — Katot yarı hücresi (indirgenme)

Çözümlü Soru





Yandaki şekillerde yer alan A ve B pillerini hücre diyagramları ile gösteriniz.

$Cu^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cu(k)$ $E^0 = +0,337$ V

$Ag^+(suda) + e^- \rightarrow Ag(k)$ $E^0 = +0,799$ V

$Zn^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Zn(k)$ $E^0 = -0,763$ V

$2H^+(suda) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ $E^0 = 0,000$ V

Çözüm

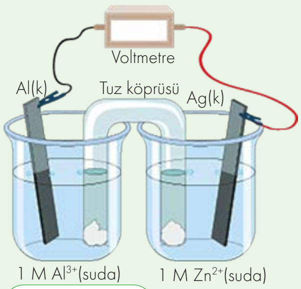
A pili: Cu ve Ag elektrotlar kullanılarak oluşturulan standart pilin hücre diyagramı

$Cu(k) \,|\, Cu^{2+}(suda,\ 1\ M) \,||\, Ag^+(suda,\ 1\ M) \,|\, Ag(k)$

B pili: Zn ve H_2 elektrotlar kullanılarak oluşturulan standart pilin hücre diyagramı

$Zn(k) \,|\, Zn^{2+}(suda,\ 1\ M) \,||\, H^+(suda,\ 1\ M) \,|\, Pt\ (k) \,|\, H_2(g,\ 1 atm)$

Çözümlü Soru



$Al^{3+}(suda) + 3e^- \longrightarrow Al(k)$ $E^0 = -1,662$ V

$Zn^{2+}(suda) + 2e^- \longrightarrow Zn(k)$ $E^0 = -0,763$ V

$Ag^+(suda) + e^- \longrightarrow Ag(k)$ $E^0 = +0,799$ V

Yandaki yarı pil tepkimelerinin standart potansiyelleri bilindiğine göre

a) Standart pil potansiyelini bulunuz.

b) Pilin hücre diyagramını gösteriniz.

Çözüm

a) Anotta yükseltgenme eğilimi büyük olan Al metali Al^{3+} iyonuna yükseltgenir. Ag^+ iyonunun indirgenme eğilimi büyük olmasına karşın katotta Ag^+ iyonu bulunmadığı için Zn^{2+} iyonları indirgenir.

$E^o_{pil} = E_{yük.} + E_{ind.}$

$E^o_{pil} = 1,662 + (-0,763)$

$E^o_{pil} = 0,899$ V

b) $Al(k) \,|\, Al^{3+}(suda,\ 1\ M) \,||\, Zn^{2+}(suda,\ 1\ M) \,|\, Zn(k)$

Sıra Sizde

$Al^{3+}(suda) + 3e^- \longrightarrow Al(k)$ $E^0 = -1,662$ V

$Ni^{2+}(suda) + 2e^- \longrightarrow Ni(k)$ $E^0 = -0,250$ V

$Ag^+(suda) + e^- \longrightarrow Ag(k)$ $E^0 = +0,799$ V

Yukarıdaki yarı pil tepkimelerinin standart potansiyelleri bilindiğine göre

I. $Al(k) \,|\, Al^{3+}(suda,\ 1\ M) \,||\, Ni^{2+}(suda,\ 1\ M) \,|\, Ni(k)$

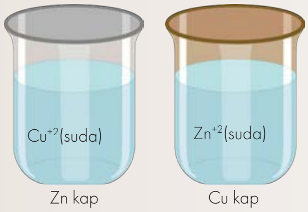
II. $Al(k) \,|\, Al^{3+}(suda,\ 1\ M) \,||\, Ag^+(suda,\ 1\ M) \,|\, Ag(k)$

III. $Ni(k) \,|\, Ni^{2+}(suda,\ 1\ M) \,||\, Ag^+(suda,\ 1\ M) \,|\, Ag(k)$

pillerinin standart pil potansiyellerini karşılaştırınız.

Metallerde Aktiflik

Başlarken



Zn kapta Cu^{+2} iyonlarını içeren çözelti saklanamaz ancak Cu kapta Zn^{+2} iyonlarını içeren çözelti saklanabilir. Bu durum nasıl açıklanabilir?

Aktiflik, metallerin elektron verme eğiliminin bir ölçüsüdür. Metallerin aktiflikleri, standart hidrojen elektrot yardımıyla ölçülen yarı hücre potansiyellerine göre karşılaştırılır.

- Yükseltgenme potansiyeli standart hidrojen elektroda göre büyük olan metaller **aktif metal** olarak adlandırılır.
- Yükseltgenme potansiyeli standart hidrojen elektroda göre küçük olan metaller **pasif metal** olarak adlandırılır.

Çözümlü Soru

$Ca(k) \rightarrow Ca^{2+}(suda) + 2e^-$ $E^0 = +2,866\ V$

$Al(k) \rightarrow Al^{3+}(suda) + 3e^-$ $E^0 = +1,662\ V$

$Cu(k) \rightarrow Cu^{2+}(suda) + 2e^-$ $E^0 = -0,337\ V$

Yukarıdaki yarı hücrelerin standart yükseltgenme potansiyellerine göre Ca, Al ve Cu metallerinin

a) Hangilerinin aktif olduğunu belirtiniz.

b) Aktifliklerini karşılaştırınız.

Çözüm

a) Ca ve Al metallerinin standart yükseltgenme potansiyelleri 0'dan büyüktür. Bu nedenle Ca ve Al aktif metaldir. Cu metalinin standart yükseltgenme potansiyeli 0'dan küçüktür. Bu nedenle Cu pasif metaldir.

b) Ca, Al ve Cu metallerinin $E^0_{yük.}$ değerlerinin karşılaştırılması Ca > Al > Cu şeklindedir. Metalin standart yükseltgenme potansiyeli arttıkça aktifliği de artacağından Ca, Al ve Cu metallerinin aktifliklerinin karşılaştırılması Ca > Al > Cu şeklindedir.

Sıra Sizde

$Mg^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Mg(k)$ $E^0 = -2,372\ V$

$Zn^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Zn(k)$ $E^0 = -0,763\ V$

$Ag^{+}(suda) + e^- \rightarrow Ag(k)$ $E^0 = +0,799\ V$

Yukarıdaki yarı hücrelerin standart indirgenme potansiyellerine göre Mg, Zn ve Ag metallerinin

a) Hangilerinin aktif olduğunu belirtiniz.

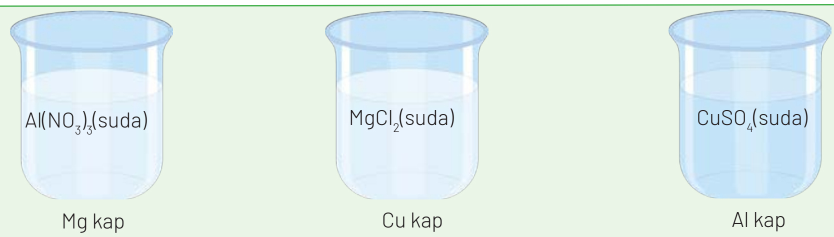
b) Aktifliklerini karşılaştırınız.

Metallerin aktifliklerinin karşılaştırılmasından yararlanılarak sulu çözeltilerin metalik kaplarda saklanıp saklanamayacağı belirlenebilir. Ayrıca sulu çözelti ile temas hâlinde olan metallerin aşınıp aşınmayacağı dolayısıyla bu tepkimelerin kendiliğinden (istemli) gerçekleşip gerçekleşmeyeceği de tespit edilebilir.

Bir X metali, kendisinden daha az aktif olan metalin katyonu ile kendiliğinden etkileşir. Bu istemli etkileşimde X metali yükseltgenir (aşınır), kendisinden daha az aktif olan metalin katyonu indirgenir. Bu nedenle metal kaplarda

- Kabın yapıldığı metalden daha az aktif bir metalin katyonunu içeren sulu çözeltiler saklanamaz.
- Kabın yapıldığı metalden daha fazla aktif bir metalin katyonunu içeren sulu çözeltiler saklanabilir.

Çözümlü Soru



Mg, Al ve Cu metallerinin aktiflikleri Mg > Al > Cu olduğuna göre zamanla hangi kaplarda aşınma gözlenir?

Çözüm

Mg metali ile kendisinden daha az aktif olan Al metalinin Al^{3+} katyonu arasında

$3Mg(k) + 2Al^{3+}(suda) \longrightarrow 3Mg^{2+}(suda) + 2Al(k)$ tepkimesi kendiliğinden gerçekleşeceğinden zamanla Mg metalinden yapılmış kapta aşınma gözlenir.

Cu metali ile kendisinden daha fazla aktif olan Mg metalinin Mg^{2+} katyonu arasında tepkime kendiliğinden gerçekleşmeyeceğinden zamanla Cu metalinden yapılmış kapta aşınma gözlenmez.

Al metali ile kendisinden daha az aktif olan Cu metalinin Cu^{2+} katyonu arasında

$2Al(k) + 3Cu^{2+}(suda) \longrightarrow 2Al^{3+}(suda) + 3Cu(k)$ tepkimesi kendiliğinden gerçekleşeceğinden zamanla Al metalinden yapılmış kapta aşınma gözlenir.

Sıra Sizde

Al, Zn ve Ag metallerinin aktiflikleri Al > Zn > Ag olduğuna göre

I. Al kapta $ZnCl_2$ sulu çözeltisi saklanamaz.

II. Ag kapta $Al_2(SO_4)_3$ sulu çözeltisi saklanabilir.

III. Zn kapta $AgNO_3$ sulu çözeltisi saklanabilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

Metallerin, sulu asit çözeltileri ile kendiliğinden etkileşip etkileşmeyeceği;

- Metalin aktif ya da pasif olmasına,
- Sulu asit çözeltisindeki asidin yapısında O atomu bulunup bulunmamasına,
- Yapısında O atomu bulunduran asitlerin derişimine ve sıcaklığına göre belirlenir.

Cu, Ag, Hg, Au ve Pt metallerinin standart yükseltgenme potansiyelleri H_2 gazınınkinden küçüktür. Bunlar pasif metallerdir. Ayrıca aktifliği çok az olan Au ve Pt metalleri **soy metal**, soy metallere göre aktifliği daha fazla olan Cu, Ag ve Hg pasif metalleri de **yarı soy metal** olarak sınıflandırılır.

$Zn(k) + 2HCl(suda) \longrightarrow ZnCl_2(suda) + H_2(g)$

$Al(k) + 3HNO_3(suda) \longrightarrow Al(NO_3)_3(suda) + 3/2H_2(g)$

tepkimelerinin kendiliğinden gerçekleşmesinin nedeni Zn ve Al metallerinin aktif olmasıdır.

$Ag(k) + HCl(suda) \longrightarrow$ Etkileşmez.

$Cu(k) + HBr(suda) \longrightarrow$ Etkileşmez.

Yukarıdaki tepkimelerin kendiliğinden gerçekleşmemesinin nedeni Ag ve Cu yarı soy metallerinin pasif olmasıdır.

$Cu(k) + 2H_2SO_4(suda) \longrightarrow CuSO_4(suda) + 2H_2O(s) + SO_2(g)$

tepkimesi kendiliğinden gerçekleşir ancak Cu, pasif metal olduğundan H^+ iyonunu indirgeyemez. Bu nedenle oluşan gaz H_2 değildir.

$Au(k) + HCl(suda) \longrightarrow$ Etkileşmez.

$Pt(k) + HNO_3(suda) \longrightarrow$ Etkileşmez.

Yukarıdaki tepkimelerin kendiliğinden gerçekleşmemesinin nedeni Au ve Pt soy metallerinin pasif olmasıdır.

Sıra Sizde

Aşağıdaki tepkimelerden hangisi kendiliğinden gerçekleşmez?

A) $K(k) + H_2SO_4(suda)$
B) $Cu(k) + HCl(suda)$
C) $Al(k) + H_2S(suda)$
D) $Ag(k) + HNO_3(suda)$
E) $Fe(k) + HClO_4(suda)$

Sıra Sizde

Okulunuzun kimya laboratuvarında bulunan kimyasalları ve bu kimyasalların saklandığı kapları inceleyiniz. Hangi kimyasalın hangi kapta saklanması gerektiğini gösteren bir çizelge hazırlayınız.

Pil Potansiyelini Etkileyen Faktörler

Başlarken

Piller neden buzdolabında saklanır?



Pil tepkimeleri denge tepkimesidir. Çalışmakta olan herhangi bir pil, pil tepkimesi dengeye ulaşınca biter. Pil potansiyelinin değişimi Le Chatelier (Lö Şatölye) İlkesi'ne göre yorumlanabilir. Dengeyi ürünler yönüne kaydıran her etki pil potansiyelini artırırken dengeyi girenler yönüne kaydıran her etki pil potansiyelini azaltır.

Elektrodun kütlesi, boyutu ve sabit derişimde çözelti hacminin değişmesi pil potansiyelini değiştirmezken sıcaklık, gaz basıncı, iyon derişimleri ve elektrot cinsi pil potansiyelini değiştirir.

a) Sıcaklık Etkisi

Pil tepkimeleri ekzotermiktir. Bu nedenle sistemin sıcaklığı artırılırsa denge, sıcaklığı azaltmak için girenler yönüne kayar ve pil potansiyeli azalır.

Standart pil potansiyeli E^0_{pil} = 2,122 V olan

$$Mg(k) + Ni^{2+}(suda) \rightleftarrows Mg^{2+}(suda) + Ni(k) + ısı$$

pil tepkimesi 25 °C'den yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilirse E_{pil} < 2,122 V, 25 °C'den düşük sıcaklıkta gerçekleştirilirse E_{pil} > 2,122 V olur.

b) Basınç Etkisi

SHE içeren galvanik pillerde gazın basıncı artırılırsa denge, artan basıncı azaltacak yöne kayar.

Standart pil potansiyeli E^0_{pil} = 0,337 V olan

$$H_2(g) + Cu^{2+}(suda) \rightleftarrows 2H^+(suda) + Cu(k)$$

pil tepkimesi H_2 gazının basıncı 1 atm'den büyük alınarak gerçekleştirilirse E_{pil} > 0,337 V, 1 atm'den küçük alınarak gerçekleştirilirse E_{pil} < 0,337 V olur.

c) Derişim Etkisi

Elektrolitlerden birindeki pozitif yüklü iyonun derişimi artırılırsa denge, artan iyon derişimini azaltacak yöne kayar.

Standart pil potansiyeli E^0_{pil} = 1,562 V olan

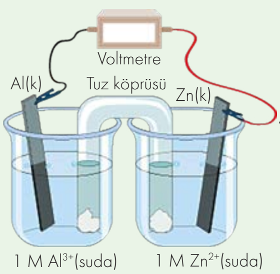
$$Zn(k) + 2Ag^+(suda) \rightleftarrows Zn^{2+}(suda) + 2Ag(k)$$

pil tepkimesi katot bölmesindeki Ag^+ iyonu derişimi 1 mol/L'den büyük alınarak gerçekleştirilirse E_{pil} > 1,562 V, 1 mol/L'den küçük alınarak gerçekleştirilirse E_{pil} < 1,562 V olur. Anot bölmesindeki Zn^{2+} iyonu derişimi 1 mol/L'den büyük alınarak gerçekleştirilirse E_{pil} < 1,562 V, 1 mol/L'den küçük alınarak gerçekleştirilirse E_{pil} >1,562 V olur.

ç) Elektrot Cinsi

Pil potansiyeli, iki elektrodun standart potansiyeli arasındaki farktır. Elektrot cinsi değişince potansiyel fark da değişir.

Çözümlü Soru



$Al^{3+}(suda) + 3e^- \rightarrow Al(k)$ E^0 = -1,662 V

$Zn^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Zn(k)$ E^0 = -0,763 V

Verilen yarı pil tepkimelerinin standart potansiyelleri bilindiğine göre şekildeki pil sistemine tek başına uygulanan

I. Katot bölmesine su eklemek,
II. Anot bölmesine 1 M $Al_2(SO_4)_3$ çözeltisi eklemek,
III. Katot bölmesine 2 M $Zn(NO_3)_2$ çözeltisi eklemek

işlemlerinden hangileri pil potansiyelini artırır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

Çözüm

İndirgenme potansiyeli büyük olan Zn^{2+} iyonu katotta indirgenirken Al metali anotta yükseltgenir. Net pil tepkimesi $2Al(k) + 3Zn^{2+}(suda) \rightleftarrows 2Al^{3+}(suda) + 3Zn(k)$ şeklindedir.

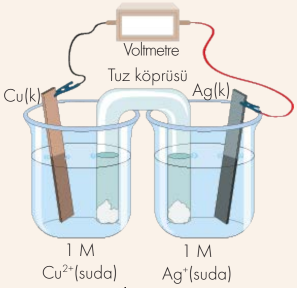
Katot bölmesine su eklendiğinde çözeltideki Zn^{2+} iyonunun derişimi azalır. Azalan Zn^{2+} derişimini artırmak için denge, girenler yönüne kayar ve pil potansiyeli azalır.

Anot bölmesine 1 M $Al_2(SO_4)_3$ çözeltisi eklendiğinde çözeltideki Al^{3+} iyonunun derişimi artacağından denge, girenler yönüne kayar ve pil potansiyeli azalır.

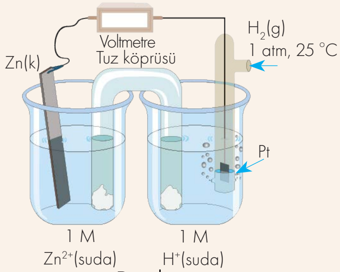
Katot bölmesine 2 M $Zn(NO_3)_2$ çözeltisi eklendiğinde çözeltideki Zn^{2+} iyonunun derişimi artacağından denge, ürünler yönüne kayar ve pil potansiyeli artar.

Cevap: C

Sıra Sizde



A pili



B pili

Şekilde standart koşullarda hazırlanan A ve B pilleri yer almaktadır.

Aşağıda bu pillere ayrı ayrı uygulanan işlemlerin pil potansiyeline etkisiyle ilgili tablolar verilmiştir. İlgili yerlere ✓ işareti koyarak tabloları doldurunuz.

(Yükseltgenme eğilimleri Zn > H_2 > Cu > Ag)

A Piline Uygulanan İşlemler	E_{pil}		
	Artar	Azalır	Değişmez
Pil sisteminin sıcaklığını artırmak			
Cu^{2+} iyonlarının bulunduğu kaba su eklemek			
Ag^{+} iyonlarının bulunduğu kaptan su buharlaştırmak			
Cu^{2+} iyonlarının bulunduğu kapta bir miktar $Cu(NO_3)_2$(k) çözmek			
Ag^{+} iyonlarının bulunduğu kaba 2 M $AgNO_3$ çözeltisi eklemek			
Cu^{2+} iyonlarının bulunduğu kaba 1 M $CuCl_2$ çözeltisi eklemek			
Elektrotlar ile çözeltiler arasındaki temas yüzeyini artırmak			

B Piline Uygulanan İşlemler	E_{pil}		
	Artar	Azalır	Değişmez
Pil sisteminin sıcaklığını azaltmak			
Zn^{2+} iyonlarının bulunduğu kaptan bir miktar su buharlaştırmak			
H^{+} iyonlarının bulunduğu kaba su eklemek			
Zn^{2+} iyonlarının bulunduğu kaptan H_2S(g) geçirmek (ZnS bileşiği suda çözünmez.)			
H^{+} iyonlarının bulunduğu kaba 0,5 M NaOH çözeltisi eklemek			
H^{+} iyonlarının bulunduğu kaba 0,5 M H_2SO_4 çözeltisi eklemek			
H_2 gazının basıncını düşürmek			

Nernst Eşitliği

Pil potansiyeli ile anot ve katot bölmelerinde yer alan pozitif yüklü iyon derişimleri arasındaki ilişkiyi Nobel Kimya Ödülü sahibi Alman bilim insanı Walther Nernst [Valter Nerst (Görsel 1.9)] 1906 yılında formüle ederek açıklamıştır.



Görsel 1.9: Walther Nernst (1864-1941)

$$E_{pil} = E^0_{pil} - \frac{0,0592}{n} \cdot \log Q_c$$

Nernst eşitliğinde kullanılan sembollerin anlamları şu şeklidedir:

- E_{pil}: Standart olmayan şartlardaki pil potansiyeli
- E^0_{pil}: Standart pil potansiyeli
- n: Net pil tepkimesinde alınan veya verilen elektron sayısı
- Q_c: Pil tepkimesinin derişimler türünden denge kesri

Anahtar Bilgi

- Saf katı ve sıvılar denge kesrinde yer almaz.
- $Q_c = 1$ ise log 1 = 0 olduğundan $E_{pil} = E^0_{pil}$ olur.

Çözümlü Soru

$Zn^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Zn(k)$ $\quad E^0 = -0,763$ V

$Cu^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cu(k)$ $\quad E^0 = +0,337$ V

Verilen yarı pil tepkimelerinin standart potansiyelleri bilindiğine göre aşağıda hücre diyagramları ile gösterilen pillerin 25 °C'deki pil potansiyellerini hesaplayınız.

a) $Zn(k) | Zn^{2+}(suda,\ 10^{-3}\ M) || Cu^{2+}(suda,\ 1\ M) | Cu(k)$

b) $Zn(k) | Zn^{2+}(suda,\ 1\ M) || Cu^{2+}(suda,\ 10^{-2}\ M) | Cu(k)$

Çözüm

İndirgenme potansiyeli büyük olan Cu^{2+} iyonu katotta indirgenirken Zn metali anotta yükseltgenir.

Net pil tepkimesi: $Zn(k) + Cu^{2+}(suda) \rightleftarrows Zn^{2+}(suda) + Cu(k)$ $\quad E^0_{pil} = +0,763 + 0,337 = +1,100$ V

Nernst eşitliğine göre

a) $E_{pil} = E^0_{pil} - \frac{0,0592}{n} \cdot \log Q_c$

$E_{pil} = E^0_{pil} - \frac{0,0592}{n} \cdot \log \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$

$E_{pil} = 1,100 - \underbrace{\frac{0,0592}{2}}_{0,0296} \cdot \underbrace{\log \frac{10^{-3}}{1}}_{-3}$

$E_{pil} \cong 1,100 + 0,089$ $\quad E_{pil} \cong 1,189$ V

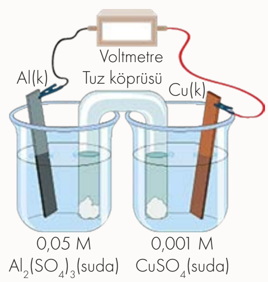
b) $E_{pil} = E^0_{pil} - \frac{0,0592}{n} \cdot \log Q_c$

$E_{pil} = 1,100 - \frac{0,0592}{2} \cdot \underbrace{\log \frac{1}{10^{-2}}}_{2}$

$E_{pil} \cong 1,100 - 0,059$

$E_{pil} \cong 1,041$ V olur.

Sıra Sizde



$Al^{3+}(suda) + 3e^- \rightarrow Al(k)$ $\quad E^0 = -1,662$ V

$Cu^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cu(k)$ $\quad E^0 = +0,337$ V

Verilen yarı pil tepkimelerinin standart potansiyelleri bilindiğine göre şekildeki pilin 25 °C'deki pil potansiyeli kaç volttur?

(Nernst eşitliğinde logaritmik terimin katsayısını 0,06/n olarak alınız.)

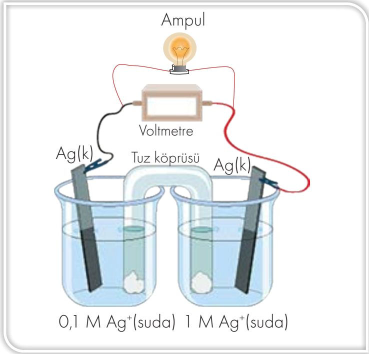
Derişim Pilleri

Birbirine özdeş iki yarı hücre kullanılarak hazırlanan pilde devreden akım geçmez ancak yarı hücrelerden birindeki katyon derişimi değiştirilirse yarı hücreler arasında potansiyel farkı oluşur ve devreden akım geçtiği gözlenir.

Her iki yarı hücrede aynı elektrotlar kullanılmasına rağmen çözeltilerdeki pozitif yüklü iyon derişimlerinin farklı olması nedeniyle çalışan pillere **derişim pili** denir (Görsel 1.10).

Derişim pillerinde pozitif yüklü iyon derişiminin az olduğu bölme anot yarı hücresi, pozitif yüklü iyon derişiminin fazla olduğu bölme katot yarı hücresidir.

Derişim pillerinde çözeltilerdeki pozitif yüklü iyon derişimlerinin farkı azaldıkça pil potansiyeli azalır ve derişimler eşitlendiğinde sıfırlanır. Bunun sonucunda pil çalışmaz.



Görsel 1.10: Derişim pili

Anahtar Bilgi

Derişim pillerinin pil potansiyelleri Nernst eşitliği ile hesaplanabilir.
Derişim pilleri için E^0_{pil} = 0,000 volttur.

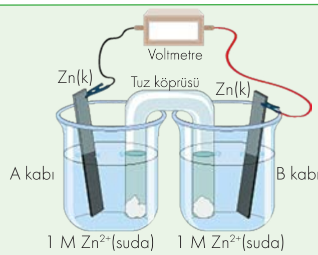
Çözümlü Soru

Yandaki sistemin B kabındaki Zn elektrodun anot olabilmesi için

I. B kabına su eklemek,
II. B kabından $H_2S(g)$ geçirmek,
III. A kabına 1 M $ZnSO_4$ çözeltisi eklemek

işlemlerinden hangileri tek başına uygulanabilir?

(ZnS suda az çözünür.)



A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

Çözüm

I ve II. işlemler B kabındaki Zn^{2+} iyonunun derişimini azaltacağından B kabındaki elektrot anot olur.

III. işlem, A kabındaki Zn^{2+} iyonunun derişimini değiştirmez ve pil çalışmaz.

Cevap: D

Sıra Sizde

Aşağıdaki metinde boş bırakılan yerleri uygun şekilde doldurunuz.

İki Ag elektrottan biri 0,1 M 100 mL Ag^+ çözeltisi bulunan A kabına, diğeri 1 M 100 mL Ag^+ çözeltisi bulunan B kabına batırılıp elektrotlar iletken bir tel, çözeltiler de bir tuz köprüsü ile bağlandığında .... pili elde edilir. Bu pilde A kabına .... mol Ag^+ iyonu ya da B kabına .... mL su eklenirse pil çalışmaz. Pil potansiyelinin değeri .... olur.

1. 4. KİMYASALLARDAN ELEKTRİK ÜRETİMİ

Pil Potansiyeli ve Ömrü

Başlarken

- Yandaki şelalelerde suyun akış şiddeti aynı olabilir mi?
- Şelalelerde suyun aşağıdan yukarıya doğru akması olası mıdır?





Anot ve katot arasındaki gerilim farkı, pil potansiyelini verir ve pil potansiyeli volt cinsinden ifade edilir. Pil potansiyeli, pilin hiçbir haricî devreye bağlı olmadan sahip olduğu potansiyeldir.

Galvanik pillerde pilin potansiyeli kullanılan metallerin aktifliğine bağlıdır. Elektronlar, metallerin aktifliklerine göre yarı hücreler arasında hareket eder ve pil potansiyelini oluşturur. Yukarıdaki şelale örneklerinde suyun aktığı yer ile zemin arasındaki yükseklik farkı arttıkça suyun akış şiddeti artar. Benzer şekilde pillerde de iki elektrot arasındaki elektron verme eğilimleri arasındaki fark arttıkça elektrotlar arasında oluşan pil potansiyeli artar.

Şelalelerde yukarıdaki suyun potansiyel enerjisi büyük, aşağıdaki suyun potansiyel enerjisi küçüktür. Bu nedenle su yukarıdan aşağıya doğru akar. Benzer şekilde pillerde de elektron akımı, potansiyel enerjisi büyük olan taraftan küçük olan tarafa doğrudur.

Al-Sn ve Zn-Sn galvanik pillerinin pil potansiyelleri şu şekildedir:

$Al(k) | Al^{3+}(1 M) || Sn^{2+}(1 M) | Sn(k)$ $\qquad E^0_{pil} = 1,526$ V

$Zn(k) | Zn^{2+}(1 M) || Sn^{2+}(1 M) | Sn(k)$ $\qquad E^0_{pil} = 0,627$ V

Alüminyumun aktifliği çinkodan fazla olduğundan alüminyum ile oluşturulmuş pilin potansiyel değeri, çinko ile oluşturulmuş pilin potansiyel değerinden büyüktür.

Çözümlü Soru

$Cr^{3+}(suda) + 3e^- \rightarrow Cr(k)$ $\qquad E^0 = -0,74$ V

$Mg^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Mg(k)$ $\qquad E^0 = -2,37$ V

$Ag^{+}(suda) + e^- \rightarrow Ag(k)$ $\qquad E^0 = +0,80$ V

Yukarıda bazı metal katyonlarının standart indirgenme potansiyelleri verilmiştir.

Bu metaller arasında oluşturulan Cr-Ag ve Mg-Ag galvanik pillerinin potansiyellerini karşılaştırınız.

Çözüm

Cr-Ag pilinde Cr elektrot anot, Ag elektrot katottur. Anotta yükseltgenme, katotta ise indirgenme tepkimesi gerçekleşir.

Anot tepkimesi: $Cr(k) \rightarrow Cr^{3+}(suda) + 3e^-$ $\quad E^0 = +0,74$ V

Katot tepkimesi: $3[Ag^{+}(suda) + e^- \rightarrow Ag(k)]$ $E^0 = +0,80$ V

Pil tepkimesi: $Cr(k) + 3Ag^{+}(suda) \rightarrow Cr^{3+}(suda) + 3Ag(k)$ $\quad E^0_{pil} = 1,54$ V

Mg-Ag pilinde Mg elektrot anot, Ag elektrot katottur. Anotta yükseltgenme, katotta ise indirgenme tepkimesi gerçekleşir.

Anot tepkimesi: $Mg(k) \rightarrow Mg^{2+}(suda) + 2e^-$ $\quad E^0 = +2,37$ V

Katot tepkimesi: $2[Ag^{+}(suda) + e^- \rightarrow Ag(k)]$ $E^0 = +0,80$ V

Pil tepkimesi: $Mg(k) + 2Ag^{+}(suda) \rightarrow Mg^{2+}(suda) + 2Ag(k)$ $\quad E^0_{pil} = 3,17$ V

Pil potansiyelleri incelendiğinde Mg-Ag galvanik pilinin pil potansiyeli değerinin Cr-Ag pilinin potansiyel değerinden büyük olduğu görülür.

Sıra Sizde

$Cr^{3+}(suda) + 3e^- \rightarrow Cr(k)$ $E^0 = -0{,}74\ V$
$Pb^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Pb(k)$ $E^0 = -0{,}12\ V$
$Cu^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cu(k)$ $E^0 = +0{,}34\ V$
$2H^{+}(suda) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ $E^0 = 0{,}00\ V$

Yukarıda bazı iyonların standart indirgenme potansiyelleri verilmiştir.
Bu iyonlarla oluşturulan pillerden potansiyeli en büyük ve en küçük olanları bulunuz.

Galvanik pilin büyüklüğü, elektrot kütlesi, elektrodun temas yüzeyi ve çözeltinin hacmi (derişim ve sıcaklık sabit kalmak koşulu ile) pil potansiyelinde farklılığa neden olmaz fakat pilin çalışma süresini etkiler. Galvanik pil hacim olarak büyüdükçe pilin voltajı değişmez fakat ömrü uzar.

Pillerin ömrü; oluşturdukları akımın büyüklüğü, akımın geçme süresi, sıcaklık gibi faktörlerden etkilenir. Sıcaklık artışı kimyasal tepkimelerin hızını artırır. Bu durum istenmeyen tepkimeleri de beraberinde getirir ve pil ömrü azalır.

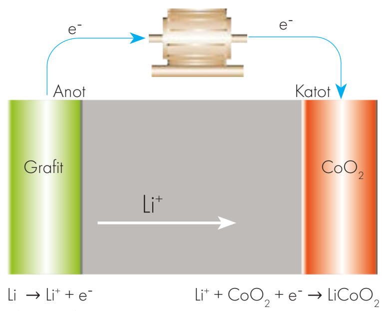
Atık pillerin içindeki zararlı kimyasallar toprağa ve suya karışabilir. Bu nedenle tükenen piller çevreye veya çöpe değil atık pil toplama kutularına atılmalıdır. Atık pillerin geri kazanımı, hem ülke ekonomisi hem de çevre açısından oldukça önemlidir.

Lityum İyon Pilleri

Lityum, tüm metal elementleri arasında en büyük elektrokimyasal potansiyele sahip olduğu için lityum kullanılarak oluşturulan pillerin potansiyeli oldukça büyüktür. Cep telefonu, tablet, dizüstü bilgisayar, elektrikli araba ve küçük ev aletlerinde lityum iyon pilleri kullanılabilir. İnsan vücuduna yerleştirilen lityum iyon pilleri kalbin çalışmasını izler. Kalbin ritmi bozulduğunda ya da yavaşladığında kalbi uyarmak için gereken elektriksel uyarıları sağlar.

Lityum iyon pilleri, **hücre** adı verilen bir veya daha fazla üretici bölmeden meydana gelir. Her hücre pozitif elektrot (katot), negatif elektrot (anot) ve elektrolit olmak üzere üç bileşenden oluşur. Anot olarak genellikle grafit kullanılır. Grafit, yapısında hem Li atomlarını hem de Li^+ iyonlarını tutabilen küçük boşluklara sahiptir ve iletkendir. Katot olarak ise Li^+ iyonlarını tutabilen CoO_2 gibi bir metal oksit kullanılır. Pilin deşarjı sırasında meydana gelen yarı hücre tepkimeleri şu şekildedir:

Anot	$Li(k) \rightarrow Li^+ + e^-$
Katot	$Li^+ + CoO_2(k) + e^- \rightarrow LiCoO_2(k)$
Pil	$Li(k) + CoO_2(k) \rightarrow LiCoO_2(k)$ E = 3,4 V



Deşarj süreci boyunca Li^+ iyonları, anottan elektrolit malzeme yardımıyla katoda ulaşır. Dolayısıyla anotta elektron kaybı oluşarak yükseltgenme reaksiyonu gerçekleşir. Katotta ise indirgenme reaksiyonu gerçekleşerek $LiCoO_2$ [lityum kobalt(III) oksit] bileşiği oluşur. Şarj süreci boyunca ise bunun tam tersi meydana gelir.

Lityum iyon pillerinin avantajları şunlardır:

- Ürettiği enerji büyük, mol kütlesi küçüktür.
- Uzun çevrim ömrüne sahiptir.
- Tekrar şarj edilerek defalarca kullanıldığı için çevreci pil kabul edilir.
- Geniş sıcaklık aralığında (10 °C ile 55 °C) çalışabilir.

Sıra Sizde

Lityum iyon pillerini ve bu pillerin güncel kullanım alanlarını açıklayan bir poster hazırlayınız. Hazırladığınız posteri sınıfta sununuz.

1.5. ELEKTROLİZ

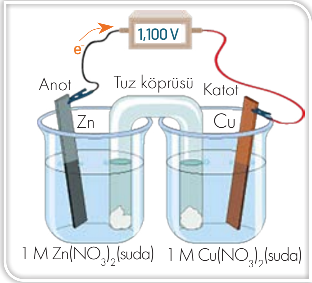
Elektrik ve Madde İlişkisi

Başlarken

- Kimyasal tepkimelerin hepsi kendiliğinden gerçekleşebilir mi?
- İstemsiz bir tepkime sizce nasıl gerçekleştirilebilir?

Görsel 1.11'de gösterilen galvanik hücrede Zn metali anot, Cu metali katot görevi görür. Elektron akışı Zn elektrottan Cu elektroda doğrudur. Tepkime istemli bir şekilde gerçekleşir ve 1,100 voltluk elektrik enerjisi üretilir. Tepkime denklemi şu şekildedir:

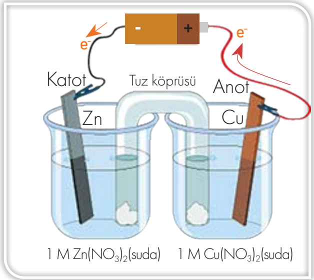
$$Zn(k) + Cu^{2+}(suda) \longrightarrow Zn^{2+}(suda) + Cu(k)$$



Görsel 1.11: Zn/Cu galvanik hücre

Görsel 1.11'de gösterilen galvanik hücre 1,100 volttan daha büyük bir elektrik kaynağına bağlanırsa elektron akışı Cu elektrottan Zn elektroda doğru gerçekleşir ve galvanik hücre elektrolitik hücreye dönüşür (Görsel 1.12). Cu elektrot anot, Zn elektrot katot görevi görür. İstemsiz tepkimenin denklemi şu şekildedir:

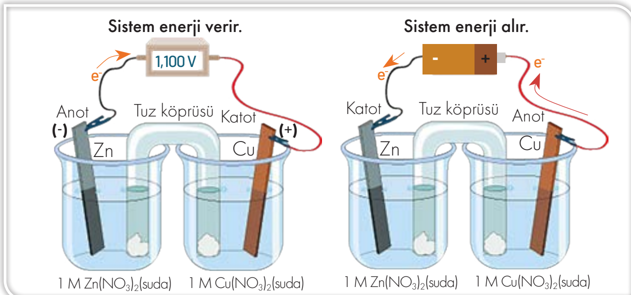
$$Cu(k) + Zn^{2+}(suda) \longrightarrow Cu^{2+}(suda) + Zn(k)$$



Görsel 1.12: Zn/Cu elektrolitik hücre

Elektrik enerjisini kimyasal enerjiye dönüştüren elektrokimyasal hücreye **elektrolitik hücre**, bu hücrelerde gerçekleşen olaya ise **elektroliz** denir.

Görsel 1.13 ve Tablo 1.3'te galvanik hücre ile elektrolitik hücre arasındaki benzerlik ve farklılıklar gösterilmiştir. Elektroliz hücresinde akım kaynağı elektronları katoda aktardığı için katot eksi, diğer elektrot (anot) artı işaretlidir. Zıt işaretli elektrotlar arasında oluşan potansiyel farkı nedeniyle anyonlar artı yüklü anoda, katyonlar ise eksi yüklü katoda gider. Galvanik hücrede ise elektroliz hücresinin tersine anot eksi, katot artı işaretli gösterilir. Galvanik hücrede kendiliğinden gerçekleşen redoks tepkimesi sonucunda enerji açığa çıkarken elektrolitik hücrede istemsiz bir tepkimenin gerçekleşmesi için enerjiye ihtiyaç vardır.



Görsel 1.13: Galvanik hücre ile elektrolitik hücre arasındaki benzerlik ve farklılıklar

Tablo 1.3: Galvanik Hücre ile Elektrolitik Hücre Arasındaki Benzerlik ve Farklılıklar

Galvanik Hücre	Elektrolitik Hücre
Tepkime istemlidir. Redoks tepkimesi kendiliğinden gerçekleşir ve tepkime sonucunda enerji açığa çıkar.	Tepkime istemsizdir. Redoks tepkimesinin gerçekleşmesi için enerjiye ihtiyaç vardır.
Anot negatif, katot pozitif yüklü elektrottur.	Anot pozitif, katot negatif yüklü elektrottur.
Elektrik enerjisi üretilir.	Elektrik enerjisi harcanır.

Faraday Kanunları

Başlarken

Titanik, 1912 yılında çıktığı ilk seferde dev bir buz dağına çarparak batmıştır. Titanik ile birlikte birçok değerli eşya da Kuzey Atlantik Okyanusu'nun tuzlu sularına gömülmüştür. Bu değerli eşyalar sizce nasıl geri kazanılabilir?



Batıktan çıkarılan metal eşyaların üzerindeki tuz kaplamalarının temizlenmesinde elektroliz yöntemi kullanılır. Kurulan elektroliz düzeneğinde batıktan çıkarılan eşya katot, paslanmaz çelikten yapılan metal parçası anot görevini üstlenir. Devreden elektrik akımı geçirilerek klor iyonları bu eşyalardan çekilir ve hidrojen gazı açığa çıkar.

Bütün elektroliz tepkimelerinde devreden geçen elektrik miktarı ile açığa çıkan madde miktarları arasındaki ilişki ilk kez Michael Faraday (Maykıl Faraday) tarafından belirlenmiştir. Faraday'ın elektrolizle ilgili yaptığı tüm çalışmalar kendi adıyla anılan kanunların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu kanunlar iki kısımda incelenebilir:

Birinci kanuna göre elektrotlarda açığa çıkan madde miktarı elektroliz devresinden geçen akım miktarı ile doğru orantılıdır. Bu kanuna göre 1 mol elektron içeren yük miktarına **1 F (faraday)** denir. 1 mol elektron geçişi esnasında elektrik devresinden 96 485 C [coulomb (kulon)] elektrik yükü geçer. Bu değer, hesaplamalarda yaklaşık 96 500 olarak alınır.

1 mol elektronun yükü = 1 F = 96 485 C

Elektroliz devresinden geçen akım **ampermetre** adlı cihazla ölçülür. 1 amper şiddetindeki elektrik akımının bir iletken üzerinde 1 saniye süre ile akması durumunda taşıdığı elektrik yükü **1 coulomb** olarak adlandırılır. Elektrik yükü miktarı şu formülle hesaplanır:

$Q = I \cdot t$

Q: Elektriksel yük miktarı (coulomb)

I: Akım şiddeti (amper)

t: Zaman (saniye)

Çözümlü Soru

Bir elektroliz devresinden 2400 coulomb elektrik yükü geçebilmesi için 4 amperlik akım devreden kaç dakika geçirilmelidir?

Çözüm

Devreden geçen akım süresi $Q = I \cdot t$ formülünden yararlanılarak hesaplanır. Saniye cinsinden bulunan akım süresi altmışa bölünerek dakikaya çevrilir.

$Q = I \cdot t$

$2400 = 4 \cdot t$

$t = 600$ saniye

$600/60 = 10$ dakika

Sıra Sizde

Bir elektroliz devresinden 500 saniye boyunca 0,5 amperlik akım geçirilmektedir.

Buna göre elektroliz devresinden geçen elektrik yükü miktarını hesaplayınız.

Anotta ve katotta toplanan madde miktarları hesaplanırken aşağıdaki formül kullanılır.

$$m = \frac{A \cdot I \cdot t}{n \cdot 96500}$$

Bu bağıntıda

m: Elektrotlarda açığa çıkan madde miktarını (gram),

A: Elementin mol kütlesini (g/mol),

n: Tesir değerliğini (alınan veya verilen elektron sayısı),

I: Devreden geçen akım şiddetini (amper),

t: Akımın geçme süresini (saniye)

ifade eder.

Elektronik tablolama kullanılarak bu tür hesaplamalar kolaylaştırılabilir. Elektronik tablolama programına önce aşağıda verilen başlıklar girilir. Daha sonra =(A2xB2xC2)/(D2x96500) formülü E2 hücresine yazılır. A2, B2, C2 ve D2 hücrelerine ilgili değerler girilerek elektrotlarda açığa çıkan madde miktarı bulunur.

=(A2*B2*C2)/(D2*96500)

	A	B	C	D	E
1	A (g/mol)	I (amper)	t (saniye)	n (tesir değerliği)	m (g)
2	65	4	9650	2	13
3	65	4	4825	2	6,5
4	65	4	1930	2	2,6
5					

Çözümlü Soru

$CuSO_4$ sulu çözeltisinin bulunduğu bir elektroliz hücresinden 100 saniye boyunca 9,65 amperlik elektrik akımı geçiriliyor.

Buna göre katotta toplanan Cu kaç gramdır?

(Cu = 63,5 g/mol, 1 mol e⁻ ≅ 96 500 C)

Çözüm

1. Yol

Katotta Cu^{2+}(suda) + $2e^-$ ⟶ Cu(k) tepkimesi gerçekleşir.

$$m = \frac{A \cdot I \cdot t}{n \cdot 96\,500} \qquad m = \frac{63{,}5 \cdot 9{,}65 \cdot 100}{2 \cdot 96\,500} \qquad m = 0{,}3175 \text{ g}$$

2. Yol

Devreden geçen elektrik yükü miktarı ve elektrik yükünün kaç mol elektron geçişine denk geldiği hesaplanır.

$Q = I \cdot t$

$Q = 9{,}65 \times 100$

$Q = 965$ C

1 mol e^- — 96 500 C

x — 965 C

x = 0,01 mol e^-

Katotta gerçekleşen tepkime Cu^{2+}(suda) + $2e^-$ ⟶ Cu(k) şeklindedir. Denklemden yararlanılarak katotta toplanan Cu metalinin kütlesi hesaplanır.

2 mol e^- — 1 mol Cu

0,01 mol e^- — x

x = 0,005 mol Cu

1 mol Cu — 63,5 g

0,005 mol Cu — x

x = 0,3175 g

Çözümlü Soru

İçinde Al_2O_3 sıvısı bulunan bir elektroliz devresinden 57 900 coulomb yük geçtiğine göre

a) Katotta kaç gram alüminyum birikir?

b) Anotta açığa çıkan oksijen gazının normal şartlar altındaki hacmi kaç litredir?

(Al = 27 g/mol), (1 mol e^- ≅ 96 500 C)

Çözüm

a) Anot ve katotta toplanan madde miktarı devreden geçen elektrik yükü miktarıyla doğru orantılıdır.

1 mol e^- yükü	96 500 C
x	57 900 C

x = 0,6 mol e^- yükü

Katotta gerçekleşen indirgenme tepkimesi $Al^{3+}(s) + 3e^- \rightarrow Al(s)$ şeklindedir. Denklemden yararlanılarak katotta toplanan Al metalinin kütlesi hesaplanır.

3 mol e^-	1 mol Al
0,6 mol e^-	x

x = 0,2 mol Al

1 mol Al	27 g
0,2 mol Al	x

x = 5,4 g Al metali toplanır.

b) Anotta gerçekleşen yükseltgenme tepkimesi $O^{2-} \rightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$ şeklindedir. Denklemden yararlanılarak anotta toplanan O_2 gazının normal şartlar altındaki hacmi hesaplanır.

2mol e^-	0,5 mol O_2
0,6 mol e^-	x

x = 0,15 mol O_2

1 mol	22,4 L
0,15 mol	x

x = 3,36 L O_2 gazı toplanır.

Sıra Sizde

NaCl sıvısı; 193 A akımla 200 saniye, 482,5 A akımla 300 saniye, 965 A akımla 100 saniye elektroliz ediliyor. **Katotta biriken madde miktarını elektronik tablolama programını kullanarak bulunuz.** (Na = 23 g/mol)

Faraday'ın ikinci kanununa göre farklı elektrolitik hücrelerden aynı miktar elektrik akımı geçirildiğinde elektrotlarda biriken maddelerin eş değer kütleleri birbirine eşit olur. Eş değer kütle, bir maddenin mol kütlesinin tesir değerliğine bölünmesi ile hesaplanır. Seri bağlanmış kapların tamamından aynı akım miktarı geçtiği için Faraday'ın bu kanunu seri bağlı elektroliz devreleri için de geçerlidir. Faraday'ın ikinci kanunu matematiksel olarak şu şekilde ifade edilir:

$$\frac{m_1 \cdot Z_1}{M_{A_1}} = \frac{m_2 \cdot Z_2}{M_{A_2}}$$

Bu bağıntıda

m_1: I. kapta toplanan madde miktarını,

m_2: II. kapta toplanan madde miktarını,

Z_1: I. kapta alınan ya da verilen elektron sayısını,

Z_2: II. kapta alınan ya da verilen elektron sayısını,

M_{A_1}: I. kapta toplanan maddenin mol kütlesini,

M_{A_2}: II. kapta toplanan maddenin mol kütlesini

ifade eder.

Çözümlü Soru

Seri bağlı özdeş iki kaptan birinde $MgCl_2$, diğerinde XCl_n sıvısı elektroliz ediliyor.

Birinci kapta 0,3 mol Mg metali, ikinci kapta 12 g X metali toplanmaktadır. Buna göre n sayısını bulunuz.

(Mg = 24 g/mol, X = 40 g/mol)

Çözüm

1. Yol

0,3 mol Mg metali 7,2 gramdır.

$$\frac{m_1 \cdot Z_1}{M_{A1}} = \frac{m_2 \cdot Z_2}{M_{A2}} \qquad \frac{7{,}2 \cdot 2}{24} = \frac{12 \cdot n}{40} \qquad n = 2$$

2. Yol

$Mg^{2+}(s) + 2e^- \rightarrow Mg(s)$

2 mol e^- 24 g

x 7,2 g

x = 0,6 mol e^-

Seri bağlı oldukları için her iki elektroliz devresinden aynı miktarda yük geçer.

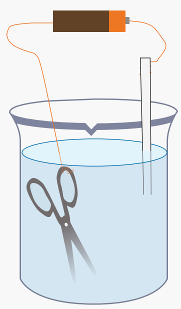
0,6 mol e^- 12 g X metali toplarsa

n mol e^- 40 g X metali toplar.

n = 2

Çözüm Sizde

Zımpara ile temizlenemeyecek paslı metal aletleri atmak yerine geri kazanmak hem ev hem ülke ekonomisi bakımından oldukça önemlidir.



- Evinizdeki paslı metal aletleri elektroliz yöntemini kullanarak temizleyiniz.
- Paslanan metal aletleri temizlemek için bir deney düzeneği tasarlayınız.
- Deney düzeneğini kurarken gerekli malzemeleri belirleyiniz ve güvenlik önlemlerini alınız.
- Elektroliz düzeneğinde iletkenliği artırmak için çamaşır sodası kullanınız.

Uyarı: Şebeke elektriği kullanmayınız.

Değerlendirme

1. Paslı metal, elektroliz düzeneğinde hangi kutba bağlanır? Neden?

2. Bu yöntem kullanılarak bütün metaller temizlenebilir mi?

3. Yapılan işlemde tuz yerine neden çamaşır sodası kullanılır? Araştırınız.

Elektroliz Örnekleri

Başlarken

Altın kaplama yöntemi; elektronik endüstrisi, kuyumculuk, uzay ve havacılık gibi pek çok sektörde sıklıkla kullanılır fakat altın kaplamanın kullanım alanları bunlarla sınırlı değildir. Bazı eşya ve araçların da altınla kaplandığını görmek mümkündür. Örneğin Dubai'de müşterilerin özel siparişleri doğrultusunda altınla kaplanmış pek çok arabaya rastlanabilir.

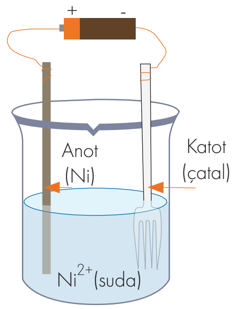
Sizce maddelerin yüzeyleri neden farklı malzemelerle kaplanır?



Elektrolizin endüstride birçok uygulama alanı vardır. Bileşiklerden bazı maddelerin elde edilmesi, bazı metallerin saflaştırılması ya da daha dayanıklı maddeler üretmek için kimi maddelerin yüzeylerinin kaplanması bu uygulama alanlarından birkaçıdır.

Metal kaplama, metalik olan veya metalik olmayan bir malzeme yüzeyinde elektrokimyasal metotlarla metalik film oluşturulmasıdır. Günlük hayatta yüzeyi elektrolitik yöntemlerle kaplanmış pek çok ürün kullanılır. Saat, gözlük gibi eşyalarda, araba ve uçak parçalarında çok çeşitli elektrolitik kaplama yöntemleri uygulanır. Elektrolitik kaplama, günümüzde birçok endüstri kolu için gerekli bir yöntemdir çünkü elektrolitik kaplama ile elde edilen yüzey özelliklerini başka yöntemlerle elde etmek her zaman mümkün olmaz.

Herhangi bir metalle kaplanmak istenen cisim, elektroliz kabında katot olarak kullanılır. Kaplama amaçlı kullanılacak metal de anot olarak seçilir. Çözelti yerine anot olarak kullanılan metalin tuzunun sudaki çözeltisi alınır. Bir demir çatal nikelle kaplanmak isteniyorsa çatal katot, nikel ise anot olarak belirlenir. Çözelti olarak nikel tuzu çözeltisi kullanılır. Sulu çözelti içindeki nikel iyonları katoda gider ve element hâlinde birikerek kaplama olayını gerçekleştirir (Görsel 1.14).



Görsel 1.14: Elektrolizle nikel kaplama

Bileşiklerin Elektrolizle Ayrıştırılması

Tuzlar eritildiğinde iyonlarına ayrışır. Bu nedenle erimiş tuzlar elektriği çok iyi iletir. Örneğin sodyum metali doğada genellikle NaCl bileşiği şeklinde bulunur. Elektroliz yardımıyla sıvı hâldeki NaCl bileşiği kullanılarak Na ve Cl_2 elementleri elde edilebilir. Erimiş NaCl bileşiğindeki Na^+ iyonları katoda gider ve elektron alarak indirgenir. Katotta Na metali birikir.

$$Na^+(s) + e^- \longrightarrow Na(s)$$

Cl^- iyonları ise anoda gider ve elektron vererek yükseltgenir. Anotta Cl_2 gazı açığa çıkar.

$$2Cl^-(s) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e^-$$

Eritilmiş madde bir karışımsa anot veya katotta farklı iyonlar bulunabilir. Bu durumda hangi iyonun öncelikle açığa çıktığını anlayabilmek için iyonların indirgenme ya da yükseltgenme eğilimleri bilinmelidir. İndirgenme eğilimi büyük olan tür katotta, yükseltgenme eğilimi büyük olan tür anotta öncelikle açığa çıkar.

Çözümlü Soru

KCl, NaCl ve $MgCl_2$ tuzlarının karışımı eritilip elektroliz ediliyor.

Katotta öncelikle açığa çıkan metali ve katot tepkimesini yazınız.

(Yükseltgenme eğilimleri: K > Na > Mg)

Çözüm

Mg^{2+} iyonunun indirgenme eğilimi en büyük olduğu için katotta öncelikle Mg metali açığa çıkar.

$Mg^{2+}(s) + 2e^- \longrightarrow Mg(s)$

Deney

Deney sırasında laboratuvarda uyulması gereken güvenlik kurallarına dikkat ediniz.

40 dakika

Metal Kaplama

Amaç

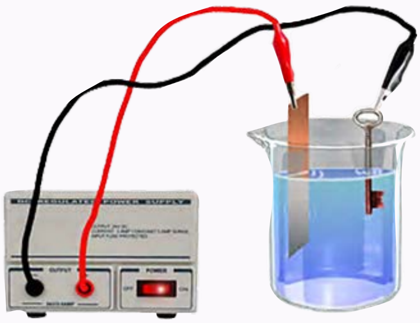
Metalleri elektrolizle kaplayabilme.

Araç Gereç

- Güç kaynağı
- 250 mL'lik beher
- Metal parçası (Anahtar olabilir.)
- Bakır elektrot
- Timsah uçlu bağlantı kablosu (2 adet)
- Terazi
- 20 g bakır(II) sülfat
- 100 mL saf su

Deneyin Yapılışı

- Metal parçasını tartınız.
- Beherin içine suyu koyunuz.
- Suyun içine bakır(II) sülfat ekleyerek çözelti hazırlayınız.
- Metal parçasını (anahtar) üretecin eksi kutbuna, bakır elektrodu ise timsah uçlu kablo yardımıyla artı kutba bağlayınız ve birbirine temas etmeyecek şekilde çözeltiye daldırınız.
- Güç kaynağını çalıştırınız.
- Kaplama gerçekleştiği anda güç kaynağını durdurunuz.
- Kaplanmış metal parçasını tartınız.



Değerlendirme

1. Deney sonucunda metal parçasında nasıl bir değişim gözlemlediniz?

2. Günlük hayatta kullanılan bazı eşyaların farklı metallerle kaplanma sebebi ne olabilir? Açıklayınız.

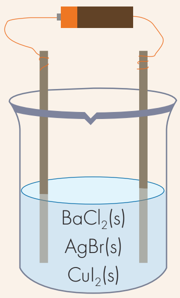
Sıra Sizde

$Al(NO_3)_3$, $AgNO_3$, $Mg(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$ tuzlarının karışımı eritilip elektroliz ediliyor.

Katotta öncelikle hangi madde açığa çıkar?

(Elektron verme eğilimleri: Al > Mg > Cu > Ag)

Sıra Sizde



$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu(k)$ $E^0 = +0,337$ V

$Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba(k)$ $E^0 = -2,90$ V

$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag(k)$ $E^0 = +0,779$ V

$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$ $E^0 = +1,065$ V

$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ $E^0 = +1,359$ V

$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$ $E^0 = +0,54$ V

Erimiş tuzlar şekildeki elektroliz kabında elektroliz edildiğinde anot ve katotta öncelikle hangi elementler açığa çıkar?

Suyun Elektrolizi

Hidrojen gazı eldesinde en basit yöntem suyun elektrolizidir. Su, oda koşullarında hidrojen ve oksijen gazlarına kendiliğinden ayrışamaz. Suyun elementlerine ayrışması elektroliz ile sağlanır. Laboratuvar ortamında su elektroliz edilirken kullanılan araçlardan biri Hoffman voltametresidir (Görsel 1.15).

Saf su, oda koşullarında elektriği çok az iletir. Suyun iletkenliğinin artırılabilmesi için elektroliz kabına bir miktar sülfürik asit ilave edilir ve elektroliz işlemi hızlandırılır.

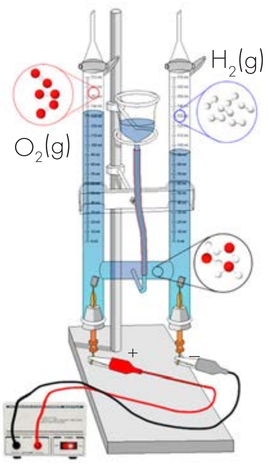
Suyun elektrolizi sırasında anotta oksijen gazı, katotta ise hidrojen gazı açığa çıkar. Elektroliz edilen suyun anot ve katot tepkimeleri şu şekildedir:

Anot: $H_2O(s) \rightarrow \frac{1}{2} O_2(g) + 2H^+(suda) + 2e^-$

Katot: $2H^+(suda) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$

Net tepkime: $H_2O(s) \leftrightarrows H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$

Net tepkime denklemi incelendiğinde aynı koşullarda açığa çıkan hidrojen gazı hacminin oksijen gazı hacminin iki katı olduğu görülür.



Görsel 1.15: Hoffman voltametresi ile suyun elektroliz edilmesi

Deney

Suyun Elektrolizi

Deney sırasında laboratuvarda uyulması gereken güvenlik kurallarına dikkat ediniz.

40 dakika

Amaç

Suyu bileşenlerine ayırabilme.

Araç Gereç

- 6 veya 9 voltluk pil
- Timsah uçlu bağlantı kablosu ya da tel (2 adet)
- Büyük cam bardak
- Karton parçası (15 x 15 cm)
- Kurşun kalem (2 adet)
- Çamaşır sodası (1 yemek kaşığı)

Deneyin Yapılışı

- Bardağı ılık su ile doldurunuz. Suya çamaşır sodası ilave ediniz ve çözeltiyi karıştırınız.
- Kalemlerin etrafındaki tahta kısmı soyup grafitin açığa çıkmasını sağlayınız.
- Kartona iki adet delik açıp kalemleri kartondaki deliklerden geçiriniz ve bardağa şekildeki gibi yerleştiriniz.
- Her bir kalemin açıkta kalan grafit kısmını timsah uçlu bağlantı kablosu yardımıyla pile bağlayınız.
- Deney düzeneğini yaklaşık 5 dakika gözlemleyiniz.



Değerlendirme

1. Pilin negatif ve pozitif kutuplarına bağlı kalemlerde hangi gazlar açığa çıkar? İndirgenme ve yükseltgenme tepkimelerini yazınız.

2. Kalemlerden birinin etrafında diğerinden daha çok baloncuk açığa çıkar. Bu olayın sebebini tepkime denklemini yazarak açıklayınız.

1.6. KOROZYON

Korozyon Oluşumu

Başlarken

1984 yılında Hindistan'da tarihteki en büyük endüstriyel felaket gerçekleşmiştir. Metil izosiyanat dolu 40 tonluk tankın korozyon etkisiyle patlaması ve içindeki kimyasalın çevreye dağılması sonucu yaklaşık 15 000 kişi hayatını kaybetmiştir.

28 Nisan 1988'de Hawai'ye giden uçakta ani ve büyük bir patlama meydana gelmiştir. 24 000 fit yükseklikteki uçağın yakıt paneli korozyon yüzünden parçalanmıştır. Araştırmalar, hasarın yakıt paneli üzerinde meydana gelen korozyonun hızlandırdığı yorulmadan kaynaklandığını göstermiştir.

Günümüzde benzer korozyon haberlerine rastlanmama sebebi ne olabilir?



Metal veya alaşımların oksitlenme ya da diğer kimyasal etkilerle aşınması olayına **korozyon** denir. Korozyon, metalik malzemelerin bulundukları ortamla tepkimeye girmeleri sonucunda, dışarıdan enerji vermeye gerek olmadan ve istemli bir şekilde meydana gelir. Örneğin demir metali, asidik ortamda havanın oksijeni ile kendiliğinden tepkimeye girerek paslanır. Korozyon sonucunda oluşan demir(II) hidroksit, ortamda yeterli oksijen bulunması durumunda yeniden oksitlenerek $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ (pas) hâline dönüşür. Gümüşün kararması, bakırın mavi-yeşil renk alması da metallerin korozyonuna örnektir.

Korozyon; metal veya alaşımın fiziksel, kimyasal, mekanik veya elektriksel özelliklerinde istenmeyen değişikliklere neden olur. Korozyonun olumsuz etkileri şu şekilde sıralanabilir:

- Metallerin ömrünü kısaltır.
- Ekonomik açıdan büyük kayıplara neden olur.
- İnsan sağlığını olumsuz etkiler.
- Malzemenin delinmesi sonucunda ürün kaybına ve çevre kirliliğine yol açar.
- Dünyadaki sınırlı metal kaynaklarının israfına neden olur.

Korozyondan Korunma

Korozyon, insan yaşamını pek çok açıdan olumsuz etkiler. Metalden yapılmış bütün malzemeler korozyondan etkilenir ve bunun sonucunda önemli ekonomik kayıplar ortaya çıkar. Yer altı boruları, depolama tankları, köprüler, korkuluklar, iskeleler, gemiler, baraj kapakları, enerji nakil hatları, havaalanları ve alt yapı sistemlerinde büyük zararlar meydana gelir. Ayrıca otomobiller, beyaz eşyalar, su ısıtıcıları ve metal aksesuarlı mobilyalar da korozyon nedeni ile kullanılmaz hâle gelir. Korozyon bir metalin istenmeyen yükseltgenmesidir. Metalin yükseltgenmesi engellenirse korozyon önlenebilir. Korozyon elektrokimyasal bir olay olduğundan yükseltgenme ve indirgenme tepkimeleri hakkındaki şu bilgilerden yararlanılarak korozyonla mücadele edilebilir:

1. Metal yüzeyler boyanarak yüzeyin hava ve su ile teması engellenebilir.

   Metalin aşınmasını önlemenin bir yolu onu boyamaktır. Boya tabakası, korozyon oluşumu için gerekli olan su ve oksijenin metalle temas etmesini engeller. Boya bozulmadığı sürece metal, korozyona karşı korunur.

2. Metal yüzey başka bir metalle kaplanarak yüzeyin hava ve su ile teması kesilebilir.

   Metal yüzey daha aktif bir metalle kaplanabilir. Örneğin demir metali daha aktif olan çinko ile kaplanarak korunabilir (Görsel 1.16). Bir yüzeyin çinko ile kaplanmasına **galvanizleme** denir. Çinko daha aktif olduğu için yükseltgenerek yüzeyde koruyucu çinko oksit tabakası oluşturur ve demirin korozyonunu engeller.



Görsel 1.16: Çinko kaplama yapılmış metal levha

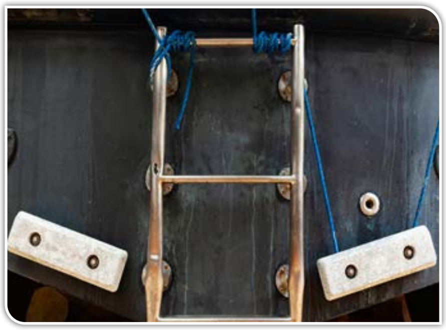
Korozyonu engellemek için metal yüzey daha az aktif bir metalle de kaplanabilir. Örneğin demir daha az aktif olan kalayla kaplanırsa kaplama sağlam kaldığı sürece korozyon oluşmaz (Görsel 1.17). Kalay kaplama bozulur ve alttaki demir metali açığa çıkarsa korozyon meydana gelir.



Görsel 1.17: Kalay kaplama

3. Katodik koruma yapılabilir.

Katodik koruma için korunacak metale kendisinden daha aktif bir metal bağlanır. Bağlanan bu metale **kurban elektrot** denir. Kurban elektrot olarak genellikle alüminyum, magnezyum ve çinko metalleri kullanılır. Örneğin demirden yapılmış bir geminin belli bölümlerine magnezyum metali bağlanır (Görsel 1.18). Magnezyum demirden daha aktif olduğu için yükseltgenir. Magnezyum anot olur ve magnezyumun verdiği elektronlar demiri katot yapar. Bu durumda demir yerine magnezyum korozyona uğrar. Kurban elektrot korozyona uğradığında değiştirilmelidir, aksi takdirde kurban elektrodun koruduğu metal de aşınmaya başlar. Gemiler, yer altı boru hatları, benzin depolama tankları, köprüler gibi dev metal yapılar katodik yöntemle korunur. Kurban elektrodu değiştirmek, yapıyı yenisiyle değiştirmekten çok daha kolay ve ekonomik bir yöntemdir.



Görsel 1.18: Katodik koruma

Çözümlü Soru

$Sn^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Sn(k)$ $\qquad E^0_{ind.} = -0{,}136$ V

$Mg^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Mg(k)$ $\qquad E^0_{ind.} = -2{,}372$ V

$Pb^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Pb(k)$ $\qquad E^0_{ind.} = -0{,}126$ V

$Ag^{+}(suda) + e^- \rightarrow Ag(k)$ $\qquad E^0_{ind.} = +0{,}799$ V

Kurşundan yapılan bir heykeli korozyondan korumak için katodik korumaya başvuruluyor.

Katyonunun indirgenme potansiyeli verilen metallerden hangilerinin bu işlemde kullanılabileceğini açıklayınız.

Çözüm

Metallerin aktiflikleri Mg > Sn > Pb > Ag şeklinde sıralanabilir. Kurban elektrot olacak metalin aktifliği, korunacak metalden büyük olmalıdır. Öyleyse Mg veya Sn metalleri kullanılabilir.

Çözümlü Soru

Katodik koruma yöntemi ile Cr metalini korozyondan korumak için Al metali, Cd metalini korozyondan korumak için Cr metali kurban elektrot olarak kullanılıyor.

Buna göre Al ve Cd metalleri birleştirilirse hangi metalin korozyona uğrayacağını açıklayınız.

Çözüm

Kurban elektrot olacak metalin aktifliği korunacak metalden büyük olmalıdır. Buna göre alüminyumun aktifliği kromdan, kromun aktifliği ise kadmiyumdan büyüktür.

Aktiflik sıralaması Al > Cr > Cd şeklindedir. Al ve Cd metalleri birleştirilirse aktifliği büyük olan Al metali, korozyona uğrayarak Cd metalini korozyondan korur.

Sıra Sizde

Na^{+}(suda) + e^{-} ⟶ Na(k) $E^{0}_{ind.}$ = -2,714 V

Fe^{2+}(suda) + $2e^{-}$ ⟶ Fe(k) $E^{0}_{ind.}$ = -0,440 V

Na, aktifliği oldukça yüksek bir metal olmasına rağmen bu metalin demir gövdeli bir gemi için kurban elektrot olarak kullanılamamasının nedenini açıklayınız.

Sıra Sizde

Katodik koruma yönteminde demirden yapılan doğal gaz boru hattını korumak için demirden daha aktif olan Mg borular hat üzerine yer yer eklenir.

Bu yönteme katodik koruma denmesinin nedenini açıklayınız.

Çözüm Sizde

Gümüş süs eşyaları ve takılar zamanla kararır. Kararmış gümüş eşyalar basit bir deney düzeneği ile eski hâline döndürülebilir.

- Kararmış gümüş eşyaları parlatmak için neler yapabileceğinizi araştırınız ve elde ettiğiniz bilgileri sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Bu işlem için alüminyum folyo atıkları, kabartma tozu, su ve ısıtıcı kullanınız.



Değerlendirme

1. Gümüşün kararması ve parlatılması tepkimelerinin istemli olup olmadığını açıklayınız.

2. Gümüşteki kararmayı gidermek için neden alüminyum metali kullanıldığını belirtiniz.

3. Gümüşün kararması ve parlatılması sırasında gerçekleşen tepkimeler hangi tepkime sınıfına girer? Nedenleriyle açıklayınız.

Çözüm Sizde

Pillerle ilgili tanılayıcı dallanmış ağaç diyagramında verilen ifadelerin doğru ya da yanlış olmasına göre ilerleyerek hangi çıkışa ulaşacağınızı bulunuz.

- **a** Piller, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren düzeneklerdir.
  - Doğru → **b** Elektronlar, tuz köprüsünden geçerek devreyi tamamlar.
    - Doğru → **ç** Anot çözeltisinin derişimi artar.
      - Doğru → **g** Derişim pilleri, derişimler eşitleninceye kadar çalışır.
        - Doğru → 1
        - Yanlış → 2
      - Yanlış → **ğ** Pil tepkimeleri istemsizdir.
        - Doğru → 3
        - Yanlış → 4
    - Yanlış → **d** Pil hücrelerinde negatif yüklü elektrot katottur.
      - Doğru → **h** Elektrot yüzeyi artarsa pil gerilimi de artar.
        - Doğru → 5
        - Yanlış → 6
      - Yanlış → **ı** Sıcaklık artarsa pil gerilimi de artar.
        - Doğru → 7
        - Yanlış → 8
  - Yanlış → **c** Pil hücrelerinde anotta yükseltgenme, katotta indirgenme olur.
    - Doğru → **e** $Fe|Fe^{2+}||Cd|Cd^{2+}$ şeması verilen pilde Fe yükseltgendir.
      - Doğru → **i** Anot çözeltisinin derişimi artarsa pil gerilimi azalır.
        - Doğru → 9
        - Yanlış → 10
      - Yanlış → **j** Standart olmayan pil gerilimi, Nerst denklemi yardımı ile hesaplanır.
        - Doğru → 11
        - Yanlış → 12
    - Yanlış → **f** Kütlesi azalan elektrot katottur.
      - Doğru → **k** Elektron akışı anottan katoda doğrudur.
        - Doğru → 13
        - Yanlış → 14
      - Yanlış → **l** Standart pil potansiyeli sıfırdan büyükse pil kendiliğinden çalışır.
        - Doğru → 15
        - Yanlış → 16

Sıra Sizde

$Zn^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Zn(k)$ $\quad E^\circ_{ind.} = -0,763\ V$

$Pb^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Pb(k)$ $\quad E^\circ_{ind.} = -0,126\ V$

Verilen bilgileri kullanarak aşağıdaki kelimeleri içeren anlamlı bir paragraf yazınız. Yazdığınız metni sınıf ortamında paylaşınız.

- Zn elektrot
- Pb elektrot
- Yükseltgenme
- İndirgenme
- Tuz köprüsü
- Pil potansiyeli
- Elektron
- Anot
- Katot
- 1 M Zn^{2+} çözeltisi
- 1 M Pb^{2+} çözeltisi
- Nerst denklemi
- Üreteç
- Kütle
- Derişim
- Artan
- Azalan
- İletken tel
- Anahtar
- Voltmetre
- 1 V
- Standart pil potansiyeli

1. ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1-10. cümlelerin doğru ya da yanlış olduğunu belirterek cevabınızın gerekçesini yazınız.

1. İndirgenme-yükseltgenme tepkimelerinde değerliği artan maddeye indirgen denir.

( ) Gerekçe:

2. Elektrokimyasal pillerde tuz köprüsünde alkolün sudaki çözeltisi kullanılabilir.

( ) Gerekçe:

3. Aktif metallerin standart indirgenme potansiyelinin değeri negatiftir.

( ) Gerekçe:

4. NH_4NO_3 bileşiğinde azot atomları +1 yükseltgenme basamağındadır.

( ) Gerekçe:

5. Kurban elektrot olarak kullanılacak metalin indirgenme potansiyeli, korunacak metalin indirgenme potansiyelinden büyük olmalıdır.

( ) Gerekçe:

6. Seri bağlı kaplarda NaCl ve $CaCl_2$ erimiş tuzlarının eşit süreli elektrolizi sırasında katotta açığa çıkan maddelerin mol sayıları eşittir.

( ) Gerekçe:

7. Bir pilde anot çözeltisindeki katyon derişimini azaltan her etki pil gerilimini artırır.

( ) Gerekçe:

8. Suyun elektrolizinde Hoffman voltametresinde açığa çıkan H_2 gazının hacmi O_2 gazının hacminden büyüktür.

( ) Gerekçe:

9. Derişim pillerinde standart pil potansiyeli sıfırdır.

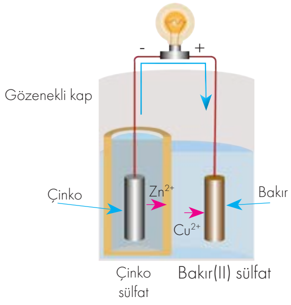
( ) Gerekçe:

10. Bir tuz karışımı eritilip elektroliz edildiğinde anotta önce indirgenme eğilimi büyük olan iyon elementel hâlde açığa çıkar.

( ) Gerekçe:

11-20. soruların cevaplarını boş bırakılan alanlara yazınız.

11.



Daniell pili

1836'da İngiliz kimyager ve meteorolog John Daniell, kendi adıyla anılan ilk modern pili geliştirdi. Bu pil, yaklaşık 100 yıl boyunca telgraflara, demir yolu sinyal sistemlerine ve kapı zillerine güç sağlamak için kullanıldı.

Bir kimya öğretmeni, iki öğrenci grubundan birincisine Al ve Pb elektrotlar ile 1 M derişimli $AlCl_3$, $PbSO_4$ çözeltilerini, ikinci gruba Ni ve Ag elektrotlar ile 1 M derişimli $NiSO_4$, AgCl çözeltilerini gerekli olan diğer malzemeler ile birlikte verir. Öğretmen, her iki gruptan da ellerindeki malzemeleri kullanarak ortam sıcaklığının 25 ^{0}C olduğu laboratuvarda birer elektrokimyasal pil hazırlamalarını ve voltmetrede okuduğu değerleri kaydetmelerini ister.

Yarı Tepkime	Standart İndirgenme Potansiyeli E^0(V)
Zn^{2+} + 2e- ⟶ Zn(k)	-0,763
Cu^{2+} + $2e^-$ ⟶ Cu(k)	+0,337
Al^{3+} + $3e^-$ ⟶ Al(k)	-1,662
Pb^{2+} + $2e^-$ ⟶ Pb(k)	-0,126
Ni^{2+} + $2e^-$ ⟶ Ni(k)	-0,250
Ag^+ + e^- ⟶ Ag(k)	+0,799

Tablodaki verilere göre öğrenci gruplarının voltmetrede okuyacağı standart pil potansiyeli değerlerini Daniell pilininki ile karşılaştırınız.

12. Aşağıdaki metal katyonlarının standart indirgenme potansiyellerinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

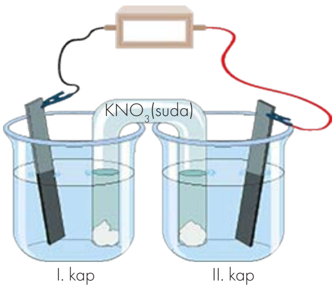
$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn(k) \quad E^0_{ind.} = -0,763V$

$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al(k) \quad E^0_{ind.} = -1,662V$

$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni(k) \quad E^0_{ind.} = -0,250V$

$Cd^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cd(k) \quad E^0_{ind.} = -0,403V$

a)



Elektrot potansiyelleri verilen metallerden hangi ikisinin oluşturacağı pilin potansiyeli en yüksek olur? Bu pille ilgili boş bırakılan yerleri uygun şekilde doldurunuz.

(Metallerin sülfat bileşiklerinin çözeltilerini kullanınız.)

Anot tepkimesi: ....

Katot tepkimesi: ....

Pil tepkimesi: ....

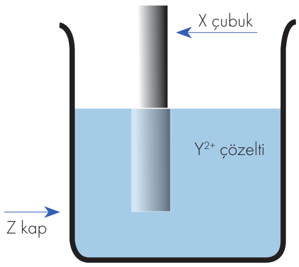
Pil potansiyeli: ....

b) Oluşturduğunuz pilin potansiyelini artırmak için üç yöntem öneriniz.

c) Verilen elektrot potansiyelleri standart hidrojen elektrot kullanılarak bulunmuştur. Hidrojen yerine çinko standart elektrot olarak kabul edilseydi soruda belirtilen metallerin elektrot potansiyel değerleri kaç olurdu?

ç) Verilen metal çiftleriyle oluşturulacak pilin anot ve katodunu yazınız.

Elektrokimyasal Hücre	Anot	Katot
Zn-Al		
Zn-Ni		
Al-Cd		
Al-Ni		
Ni-Cd		

13. 

Şekildeki X, Y, Z yerine Zn, Fe ve Cu metalleri;

a) Hem kap hem çubuk aşınmayacak,
b) Çubuk aşınacak fakat kap aşınmayacak,
c) Hem kap hem çubuk aşınacak,
ç) Kap aşınacak fakat çubuk aşınmayacak

biçimde nasıl yerleştirilmelidir?

(Metallerin yükseltgenme eğilimleri: Zn > Fe > Cu)

14. Alüminyum bir kutu ile demir bir kutunun doğada bozunma süreçleri gözlemlendiğinde demir kutunun daha kısa sürede bozunduğu görülür. Alüminyumun yükseltgenme potansiyeli demirden büyük olmasına rağmen demir kutunun neden daha çabuk bozunduğunu açıklayınız.

15. Kereviz, enginar gibi bazı sebzeler soyulduktan sonra kararmasın diye limonlu suya konur. Meyve salatası yapılırken de kararmayı engellemek için meyvelere limon damlatılır. "Kolayca oksitlenen bileşikler diğer bileşiklerin oksitlenmesini engellemek için antioksidan görevi görür." bilgisinden yararlanarak bu olayın nedenini açıklayınız.

16. Laboratuvarda deney yapan bir öğrenci, CuO bileşiği ve C katısını bir tüpe koyarak ısıtıyor. Tüpün içerisinde kırmızı renkli Cu metali ve bir gaz açığa çıkıyor. Açığa çıkan gaz, bir boru ile sönmüş kireç [$Ca(OH)_2$] çözeltisine gönderilince bir çökelti oluşuyor.

I. tepkime: $CuO(k) + C(k) \rightarrow Cu(k) + CO_2(g)$

II. tepkime: $CO_2(g) + Ca(OH)_2(suda) \rightarrow CaCO_3(k) + H_2O(s)$

Gerçekleşen bu tepkimelerin redoks tepkimesi olup olmadığını belirleyiniz. Redoks tepkimesi ise tepkimeleri denkleştiriniz.

17. 1980'li yılların başında ABD'deki yüksek enflasyon ve dünya çapındaki kıtlık nedeniyle bakırdan yapılmış bir peni üretmenin maliyeti neredeyse bakır metalinin değerine eşit hâle geldi. ABD darphanesine bakırdan daha ucuz bir metal olan çinkodan peni yapmaya başlamaları için talimat verildi. Çinko gri renge sahipti. Çinko ile yapılan penilerin görünümü eski penilere benzemeyecekti. Kamuoyu bu penileri kabul etmedi. Buna göre

a) Eski görünümüne sahip olan fakat çok daha ucuza mal edilen penileri üretmek için hangi yöntem kullanılabilir? Açıklayınız.

b) Kullanacağınız yöntemin deney düzeneğini çizerek gösteriniz.

18. Potasyum permanganat ($KMnO_4$) beyaz kumaşları temizlemek için kullanılan bir leke çıkarıcıdır ancak $KMnO_4$ bileşiği koyu mor renktedir ve kumaşta mor bir leke bırakır. $KMnO_4$ bileşiğinin bıraktığı mor rengi oksalik asit bileşiği çıkarır. Tepkimenin denklemi şu şekildedir:

$$\underbrace{H_2C_2O_4\,(suda)}_{\text{Oksalik asit}} + \underbrace{MnO_4^-\,(suda)}_{\text{Mor}} + H^+ \rightarrow CO_2\,(suda) + \underbrace{Mn^{2+}\,(suda)}_{\text{Renksiz}} + H_2O\,(s)$$

a) Yükseltgenen ve indirgenen maddeleri bulunuz.

b) Yükseltgen ve indirgen maddeleri bulunuz.

19. Takı yapımında neden bakır, altın ve gümüş kullanıldığını bu metallerin indirgenme eğilimlerinden yararlanarak açıklayınız.

20. Aşağıdaki redoks tepkimelerini denkleştiriniz.

a) $HgS(k) + CaO(k) \longrightarrow Hg(s) + CaSO_4(k) + CaS(k)$

b) $C(k) + Fe_2O_3(k) \longrightarrow CO_2(g) + Fe(k)$

c) $NaOH(suda) + Cl_2(g) \longrightarrow NaClO_3(suda) + NaCl(suda) + H_2O(s)$

ç) $Cu_2S(k) + KClO_3(suda) + H_2SO_4(suda) \longrightarrow CuSO_4(suda) + KCl(suda) + H_2O(s)$

d) $KOH(suda) + Cl_2(g) \longrightarrow KCl(suda) + KClO_3(suda) + H_2O(s)$

e) $I_2(k) + HNO_3(suda) \longrightarrow HIO_3(suda) + NO_2(g) + H_2O(s)$

21-64. sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz.

21. $Pb + PbO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow PbSO_4 + H_2O$

Bu redoks tepkimesiyle ilgili verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

A) PbO_2 yükseltgenmiş, H_2SO_4 indirgenmiştir.

B) Pb yükseltgen, PbO_2 indirgendir.

C) $PbSO_4$ bileşiğinde Pb^{4+} yükseltgenme basamağındadır.

D) Tepkime en küçük tam sayılarla denkleştirildiğinde H_2O bileşiğinin katsayısı değişmez.

E) Tepkimede alınan ve verilen elektron sayısı eşittir.

22. $H_2O_2(suda) + 2Fe^{2+}(suda) + 2H^{+}(suda) \longrightarrow 2H_2O(s) + 2Fe^{3+}(suda)$

$5H_2O_2(suda) + 2MnO_4^{-}(suda) + 6H^{+}(suda) \longrightarrow 8H_2O(s) + 2Mn^{2+}(suda) + 5O_2(g)$

Yukarıdaki denkleşmiş redoks tepkimelerine göre

I. H_2O_2 ilk tepkimede yükseltgen, ikinci tepkimede indirgen olarak etki eder.

II. Bir redoks tepkimesinde aynı madde hem yükseltgen hem indirgen olarak etki eder.

III. Bir madde hem yükseltgen hem indirgen özellik gösterebilir.

IV. Redoks tepkimelerinde elektriksel yük korunmayabilir.

yargılarından hangilerine ulaşılabilir?

A) I ve III B) II ve III C) I, II ve III D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

23. $P + HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + NO$

Bu redoks tepkimesine göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur? (Tepkime denk değildir.)

A) 1 mol HNO_3 atomu 3 mol elektron vermiştir.

B) 1 mol P atomu 5 mol elektron almıştır.

C) 0,3 mol P atomu tepkimeye girdiğinde normal koşullarda 11,2 L NO gazı oluşur.

D) H_3PO_4 bileşiğinde P atomu +3 yükseltgenme basamağındadır.

E) HNO_3 bileşiği indirgen özellik göstermiştir.

24. Hematitten (Fe_2O_3) demir eldesi çelik üretiminde kullanılan bir redoks tepkimesidir. Bunun için Fe_2O_3 bileşiği CO gazı ile tepkimeye sokulur. Tepkime sonucunda demir metali ve CO_2 gazı oluşur.

Demir eldesinde gerçekleşen redoks tepkimesine göre 112 ton demir elde etmek için normal koşullarda kaç L CO gazı gerekir? (Fe = 56 g/mol)

A) $112 \cdot 10^5$ B) $224 \cdot 10^5$ C) $448 \cdot 10^5$ D) $672 \cdot 10^5$ E) $896 \cdot 10^5$

25. Termit tepkimesi, demir yolu raylarının birleştirilmesi gibi yüksek sıcaklık gerektiren kaynakların yapılmasında kullanılan ekzotermik bir redoks tepkimesidir.

$Al(k) + Fe_2O_3(k) \longrightarrow Fe(k) + Al_2O_3(k)$

Bu termit tepkimesinde 1 mol Fe(k) oluştuğunda 848 kJ ısı açığa çıktığına göre 10,8 g alüminyum harcandığında kaç kJ ısı açığa çıkar? (Al = 27 g/mol)

A) 84,8 B) 169,6 C) 339,2 D) 508,8 E) 848

26. X metali HCl çözeltisine atıldığında gaz çıkışı olmuyor fakat derişik HNO_3 çözeltisine atıldığında NO_2 gazı çıkıyor.

Bu bilgiye göre

I. X metalinin yükseltgenme potansiyeli değeri negatiftir.

II. Hidrojenin yükseltgenme potansiyeli X metalinden büyüktür.

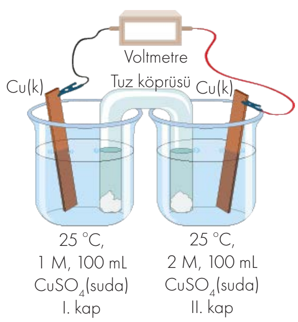
III. X metali ve standart hidrojen elektrot ile hazırlanan pilde voltmetrede okunan değer X metalinin yükseltgenme potansiyeline aittir.

yargılarından hangilerine ulaşılabilir?

[$H_2(g) \rightarrow 2H^{+}(suda) + 2e^{-}$ $E^0_{yük} = 0,00$ V]

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

27.



Şekilde verilen derişim pilinin aynı sıcaklıkta gerilimini artırmak için aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?

A) Daha geniş yüzeye sahip bakır elektrot kullanılmalıdır.

B) II. kaba 100 mL su eklenmelidir.

C) I. kaba 1 M 100 mL $CuSO_4$ çözeltisi eklenmelidir.

D) II. kaptaki çözeltinin yarısı dökülmelidir.

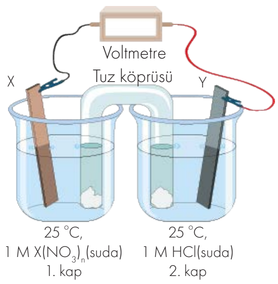
E) I. kaba 100 mL su eklenmelidir.

28. I. $Zn|Zn^{2+}(1M)||Ag^{+}(1M)|Ag$
II. $Ag|Ag^{+}(1M)||Au^{3+}(1M)|Au$

Şematik gösterimi verilen pillere aşağıdaki işlemlerden hangisi uygulanırsa her iki pilin de potansiyeli artar?

A) Ag^{+} iyonunun bulunduğu kaplara su eklemek
B) Ag^{+} iyonunun bulunduğu kaplara suda çok çözünen $AgNO_3$ katısı eklemek
C) Ag^{+} iyonu içeren kaplara NaOH katısı ekleyerek suda çözünmeyen AgOH oluşturmak
D) Zn ve Ag elektrotların yüzeyini artırmak
E) Her iki pilin sıcaklığını düşürmek

29.



Şekildeki pil çalışırken elektronların dış devrede 1. kaptan 2. kaba gitmesi için X ve Y yerine aktiflik sıralaması $Mg > Zn > H_2 > Cu > Ag > Pt$ şeklinde olan elementlerden hangileri gelmelidir?

	X	Y
A)	Zn	Mg
B)	Ag	Cu
C)	Zn	Pt
D)	Pt	Cu
E)	Ag	Zn

30. Bir anahtar, elektroliz devresi kullanılarak bakırla kaplanacaktır.

Bu elektroliz devresinde kullanılan bakırın kütlesini hesaplamak için

I. Devreden geçen akım şiddeti,
II. Elektroliz süresi,
III. Bakır atomunun mol kütlesi,
IV. Bakır iyonunun yükü,
V. Bir mol elektronun yükü

bilgilerinden hangileri gereklidir?

A) I, II ve III B) I, II ve V C) I, III ve IV
D) II, III, IV ve V E) I, II, III, IV ve V

31. Seri bağlı elektroliz devresinde kaplardan birinde $FeCl_2$, diğerinde $FeCl_3$ saf sıvıları belirli bir süre elektroliz edilmiştir.

Buna göre

I. Devreden geçen elektrik yükü miktarı her iki kapta eşittir.
II. Katotta açığa çıkan maddelerin cinsi ve miktarı aynıdır.
III. Anotta açığa çıkan maddelerin cinsi ve miktarı aynıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

32. Seri bağlı kaplarda eşit süre uygulanan elektroliz işleminde aşağıdaki bilgilerden hangisinin doğruluğu kesin olur?

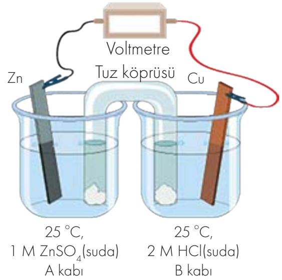
A) Anotta açığa çıkan madde miktarları eşittir.
B) Katotta açığa çıkan madde miktarları eşittir.
C) Kaplarda açığa çıkan maddelerin mol sayıları aynıdır.
D) Kaplardan geçen elektrik yükü miktarı eşittir.
E) Kaplarda gerçekleşen tepkimeler istemlidir.

33. $MgCl_2$ katısı eritilip elektroliz ediliyor.

Katotta 4,8 gram magnezyum metali toplandığında devreden geçen elektrik yükü miktarı ve anotta açığa çıkan klor gazının normal koşullarda hacmi hangisinde doğru verilmiştir?
(Mg = 24 g/mol, 1 mol $e^{-} \cong$ 96 500 C)

A) 9 650 coulomb, 1,12 L
B) 19 300 coulomb, 2,24 L
C) 38 600 coulomb, 4,48 L
D) 38 600 coulomb, 6,72 L
E) 77 200 coulomb, 4,48 L

34.



Yükseltgenme eğilimleri Zn > H_2 > Cu **olan elementler ve çözeltilerinden oluşan galvanik pilde**

I. A kabına su ekleme,

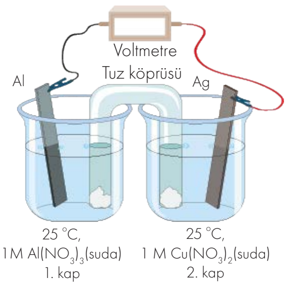
II. B kabına 1M 100 mL HCl çözeltisi ekleme,

III. A kabından H_2S gazı geçirerek suda az çözünen ZnS katısı oluşturma

işlemleri ayrı ayrı yapıldığında B kabındaki çözeltinin pH değeri nasıl değişir?

	I	II	III
A)	Artar.	Artar.	Artar.
B)	Artar.	Değişmez.	Artar.
C)	Azalır.	Artar.	Azalır.
D)	Azalır.	Azalır.	Değişmez.
E)	Değişmez.	Artar.	Azalır.

35.



$Al(k) \longrightarrow Al^{3+}(suda) + 3e^-$ $E^0_{yük.} = 1{,}662$ V

$Ag(k) \longrightarrow Ag^{+}(suda) + e^-$ $E^0_{yük.} = -0{,}799$ V

$Cu(k) \longrightarrow Cu^{2+}(suda) + 2e^-$ $E^0_{yük.} = -0{,}337$ V

Yukarıda verilen yükseltgenme potansiyellerine göre şekildeki galvanik pille ilgili

I. Katot tepkimesi $Ag^{+}(suda) + e^- \longrightarrow Ag(k)$ şeklindedir.

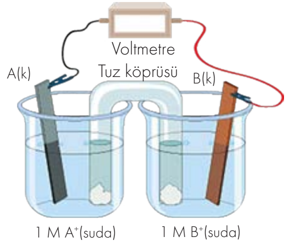
II. Standart pil potansiyeli $E^0_{pil} = 2{,}461$ volttur.

III. Pil çalışırken gümüş elektrot bakır ile kaplanır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

36. Şekildeki galvanik hücrede B katısının kütlesi zamanla azalıyor.



Bu galvanik hücreyle ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

A) A(k) elektrodu katottur.

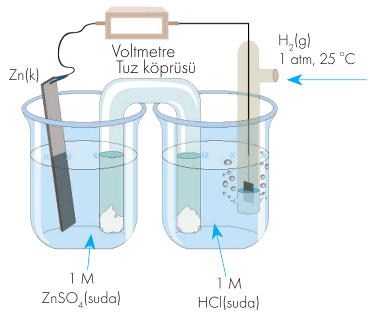
B) B(k) indirgendir.

C) B(k) elektrodundan dış devreye elektron verilir.

D) A(k) katısının kütlesi zamanla artar.

E) B(k) katısının olduğu yarı hücrede B^+ iyonlarının derişimi azalır.

37. Şekildeki elektrokimyasal pilin çalışması sırasında HCl sulu çözeltisinin pH değeri artmaktadır.



Buna göre

I. Zn yükseltgenir.

II. Tuz köprüsündeki K^+ iyonları $ZnSO_4$ sulu çözeltisinin bulunduğu kaba göç eder.

III. Elektronlar dış devreye Pt elektrottan verilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

38. Hücre diyagramı X(k) I X^{2+}(1M, suda) II Y^{3+}(1M, suda) I Y(k) şeklinde olan galvanik hücrenin anodunda 4 m gram X katısı yükseltgendiğinde katodunda 3 m gram Y katısı oluşuyor.

Buna göre X ve Y'nin mol kütleleri arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru gösterilmiştir?

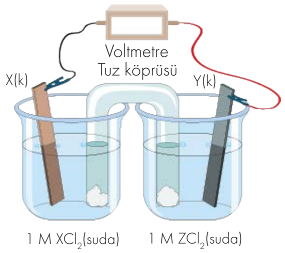
A) X = 12Y B) 3X = 4Y C) 4X = 3Y
D) 8X = 9Y E) 9X = 8Y

39. Mg-Cd pili için E^0_{pil} = 1,97 V
Cd-Ag pili için E^0_{pil} = 0,80 V

Buna göre Mg-Ag pili ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır? (Metallerin aktiflikleri: Mg > Cd > Ag)

A) Mg anottur.
B) Ag katottur.
C) Mg indirgendir.
D) Ag yükseltgendir.
E) E^0_{pil} = 2,77 volttur.

40.



Şekildeki elektrokimyasal pil sistemi için

I. Yükseltgenme yarı pil tepkimesi
$X(k) \longrightarrow X^{2+}(suda) + 2e^-$

II. İndirgenme yarı pil tepkimesi
$Y^{2+} + 2e^- \longrightarrow Y(k)$

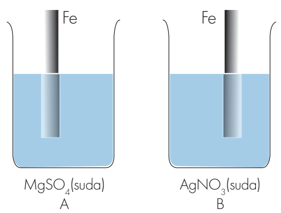
III. Net pil tepkimesi
$X(k) + Z^{2+}(suda) \longrightarrow X^{2+}(suda) + Z(k)$

ifadelerinden hangileri doğrudur?

(Standart indirgenme potansiyelleri: $Y^{2+} > Z^{2+} > X^{2+}$)

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

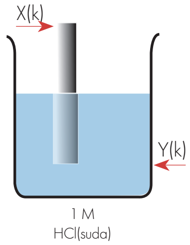
41. Şekildeki kaplardan yalnızca B kabında tepkime gerçekleştiği gözleniyor.



Buna göre Fe, Mg ve Ag metallerinin aktifliklerinin karşılaştırılması hangisinde doğru gösterilmiştir?

A) Fe > Ag > Mg
B) Fe > Mg > Ag
C) Mg > Fe > Ag
D) Mg >Ag > Fe
E) Ag > Fe > Mg

42. Şekildeki kap Y metalinden yapılmıştır. Bu kaba 1M HCl çözeltisi konup çözeltiye X metali batırıldığında yalnızca Y kabında aşınma gözleniyor.



Buna göre

I. Y aktif metaldir.
II. X pasif metaldir.
III. Çözeltideki H^+ iyonu derişimi zamanla azalır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

43. Aşağıdaki tepkimelerden hangisi elektrolitik hücre ile gerçekleştirilir?

(Metallerin aktiflikleri: Mg > Al > Zn > Cu)

A) $Mg(k) + Cu^{2+}(suda) \longrightarrow Mg^{2+}(suda) + Cu(k)$
B) $Cu(k) + Zn^{2+}(suda) \longrightarrow Cu^{2+}(suda) + Zn(k)$
C) $2Al(k) + 3Cu^{2+}(suda) \longrightarrow 2Al^{3+}(suda) + 3Cu(k)$
D) $Mg(k) + Zn^{2+}(suda) \longrightarrow Mg^{2+}(suda) + Zn(k)$
E) $2Al(k) + 3Zn^{2+}(suda) \longrightarrow 2Al^{3+}(suda) + 3Zn(k)$

44. $Al(k) \mid Al^{3+}(suda,\ 10^{2-}\ M) \parallel Cr^{3+}(suda,\ 10^{3-}\ M) \mid Cr(k)$

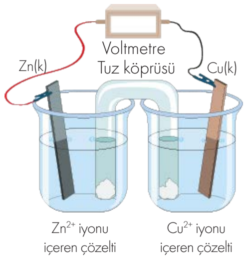
Yukarıda şematik olarak gösterilen elektrokimyasal pilin 25 °C'deki pil potansiyeli kaç volttur?

(Nernst eşitliğinde logaritmik terimin katsayısını 0,06/n alınız.)

[$Al^{3+}(suda) + 3e^- \longrightarrow Al(k)$ E^0 = -1,662 V]
[$Cr^{3+}(suda) + 3e^- \longrightarrow Cr(k)$ E^0 = -0,744 V]

A) 0,818 B) 0,898 C) 0,938 D) 1,018 E) 1,038

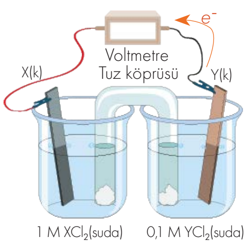
45. Aktifliklerinin karşılaştırılması Zn > Cu olan Zn ve Cu metalleri kullanılarak şekildeki elektrokimyasal pil oluşturuluyor.



Buna göre aynı sıcaklıkta, elektrolitlerdeki Zn^{2+} ve Cu^{2+} iyonlarının derişimleri aşağıdakilerden hangisindeki gibi olursa şekildeki pilin pil potansiyeli <u>en büyük</u> olur?

	$[Zn^{2+}]$ (mol/L)	$[Cu^{2+}]$ (mol/L)
A)	0,5	2,0
B)	1,0	2,0
C)	1,0	1,0
D)	2,0	1,0
E)	2,0	0,5

46. Şekildeki galvanik hücrede elektronlar okla belirtilen yönde hareket etmektedir.



Bu hücreyle ilgili

I. X elektrot anottur.

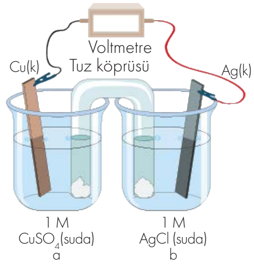
II. Tuz köprüsündeki katyonlar Y elektrodun bulunduğu kaba göç eder.

III. 25 °C'deki pil potansiyeli, standart pil potansiyelinden büyüktür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

47.



Şekildeki elektrokimyasal pil sistemine <u>tek başına</u> uygulanan aşağıdaki işlemlerden hangisi pil potansiyelini azaltır? (Ag_2S suda az çözünür.)

$[Cu^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cu(k)\ E^0 = +0,337\ V]$

$[Ag^+(suda) + e^- \rightarrow Ag(k)\ E^0 = +0,799\ V]$

A) Sistemin sıcaklığını düşürmek

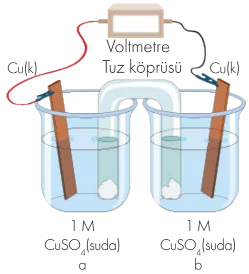
B) b kabına Ag_2SO_4(k) eklemek

C) a kabına su eklemek

D) b kabından H_2S gazı geçirmek

E) a kabına 1 M $Cu(NO_3)_2$ çözeltisi eklemek

48.



Şekildeki galvanik hücrede a kabındaki Cu elektrodun anot olması için

I. a kabına su eklemek,

II. a kabına Na_2S(k) eklemek,

III. b kabına 2M $CuSO_4$ çözeltisi eklemek

işlemlerinden hangileri <u>tek başına</u> uygulanabilir? (CuS suda az çözünür.)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

49. Bir elektrokimyasal pilin net pil tepkimesi ve standart pil potansiyeli aşağıda verilmiştir.

$2Cr(k) + 3Cu^{2+}(suda) \longrightarrow 2Cr^{3+}(suda) + 3Cu(k)$

$E^0_{pil} = 1,081\ V$

Buna göre

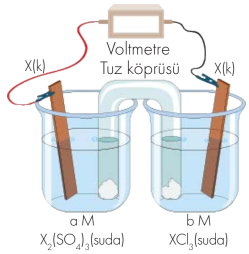
$Cr^{3+}(suda) + 3e^- \longrightarrow Cr(k)$

indirgenme yarı tepkimesinin standart potansiyeli kaç volttur?

$[Cu^{2+}(suda) + 2e^- \longrightarrow Cu(k) \quad E^0 = +0,337\ V]$

A) -1,418 B) -0,744 C) 0,000 D) +0,744 E) +1,418

50. Şekildeki derişim pili çalışmaktadır.



Buna göre $X_2(SO_4)_3$ ve XCl_3 çözeltilerinin derişimleri için

I. a = b'dir.
II. a > b'dir.
III. b > a'dır.

ifadelerinden hangileri <u>her zaman</u> doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

51. Çelik bilekliğini gümüşle kaplamak isteyen bir öğrencinin kurduğu düzenekle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlış</u> olur?

A) Çelik bileklik katottur.
B) Anot olarak gümüş elektrot kullanılır.
C) Elektrolit olarak gümüş çözeltisi kullanılır.
D) İstemsiz bir tepkime gerçekleşir.
E) Bir galvanik hücre düzeneğidir.

52. KNO_3 ve $MgCl_2$ tuzlarının karışımı aynı kapta eritilip inert elektrotlarla elektroliz ediliyor.

Buna göre

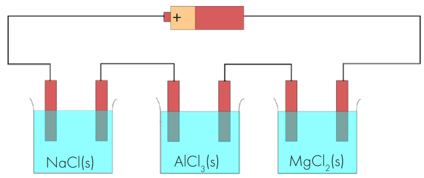
I. Anot çubuğun kütlesi zamanla artar.
II. Katotta Mg metali, anotta Cl_2 gazı önce açığa çıkar.
III. Kaptaki K^+ ve Cl^- iyonlarının derişimi zamanla artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Yükseltgenme eğilimleri: K > Mg > Cl^- > NO_3^-)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

53. Şekildeki seri bağlı elektroliz düzeneğinde 24 gram Mg metali açığa çıkmaktadır.



Buna göre

I. Her üç kabın anodunda eşit molde Cl_2 gazı açığa çıkar.
II. Her üç kaptan da 2 F elektrik yükü geçer.
III. 46 gram Na metali açığa çıkar.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Na = 23 g/mol, Mg = 24 g/mol)

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

54. X metalinin elektron dizilişi $3p^1$ ile bitmektedir. X metalinin erimiş tuzunun elektrolizinde devreden 0,3 F elektrik yükü geçtiğinde katotta 2,7 gram X metali toplanır.

Buna göre X metalinin nötron sayısı kaçtır?

A) 9 B) 10 C) 13 D) 14 E) 27

55. Seri bağlı elektroliz kaplarında $CrBr_3$, $CaBr_2$ ve NaBr erimiş tuzları elektroliz ediliyor.

Buna göre

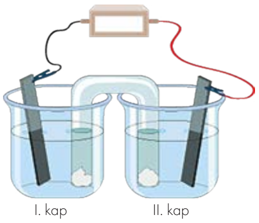
I. Açığa çıkan Ca metalinin mol sayısı Cr metalinin mol sayısından çoktur.
II. Anotlarda açığa çıkan Br_2 gazlarının mol sayıları eşittir.
III. Katotlarda açığa çıkan metallerin kütleleri $m_{Na} > m_{Ca} > m_{Cr}$ şeklindedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Na = 23 g/mol, Ca = 40 g/mol, Cr = 52 g/mol)

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

56.



Şekildeki derişim pilinde elektron akışının I. kaptan II. kaba doğru olması için kaplarda aşağıda verilen madde çiftlerinden hangisi olmalıdır? (I ve II. kaplarda verilen maddelerin elektrotları kullanılıyor kabul ediniz.)

	I. kap	II. kap
A)	1 M Zn^{2+}	1 M Cu^{2+}
B)	0,1 M Zn^{2+}	0,1 M Cu^{2+}
C)	0,1 M Cu^{2+}	1 M Cu^{2+}
D)	1 M Zn^{2+}	0,1 M Zn^{2+}
E)	1 M Cu^{2+}	1 M Cu^{2+}

57. $CuNO_3$ çözeltisi 1 F elektrik yükü ile elektroliz ediliyor.

Maddelerin indirgenme eğilimleri $Cu^+ > H_2O$, yükseltgenme eğilimleri $H_2O > NO_3^-$ şeklinde olduğuna göre

I. Katotta 0,5 mol Cu katısı toplanır.

II. Çözeltinin pH değeri zamanla azalır.

III. Anotta normal şartlarda 11,2 L O_2 gazı toplanır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

58. Elektron verme eğilimleri $Zn > H_2 > Cu > Ag$ şeklinde olan elementler için aşağıdaki tepkimelerden hangisi kendiliğinden <u>gerçekleşmez</u>?

A) $2Ag^+(suda) + Zn(k) \longrightarrow 2Ag(k) + Zn^{2+}(suda)$

B) $Zn(k) + 2H^+(suda) \longrightarrow Zn^{2+}(suda) + H_2(g)$

C) $H_2(g) + Cu^{2+}(suda) \longrightarrow 2H^+(suda) + Cu(k)$

D) $Zn^{2+}(suda) + Cu(k) \longrightarrow Zn(k) + Cu^{2+}(suda)$

E) $2Ag^+(suda) + Cu(k) \longrightarrow 2Ag(k) + Cu^{2+}(suda)$

59. Seri bağlı elektroliz kaplarında XCl_n ve $AlCl_3$ sıvıları elektroliz ediliyor. Kaplardan birinde 3,6 gram Al metali, diğerinde ise 4,8 gram X metali toplanıyor.

Buna göre X elementinin nitrat anyonu ile oluşturduğu bileşiğin formülü aşağıdakilerden hangisidir?

(X = 24 g/mol, Al = 27 g/mol)

A) XNO_3 B) $X(NO_3)_2$ C) XNO_4 D) $X(NO_3)_3$ E) X_2NO_2

60. I. Tüm pil tepkimeleri

II. Tüm elektroliz tepkimeleri

III. Tüm yanma tepkimeleri

Yukarıdakilerden hangileri kendiliğinden gerçekleşen indirgenme-yükseltgenme tepkimelerine örnek verilebilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

61. Aşağıdaki maddelerden hangisi elektroliz <u>edilemez</u>?

A) KCl(s) B) HCl(suda) C) NaCl(s) D) CCl_4(s) E) $C_6H_{12}O_6$(suda)

62. NaCl sıvısı 9,65 amperlik akım ile 2 000 saniye elektroliz ediliyor. (1 mol e^- ≅ 96 500 C)

Bu süre sonunda anotta oluşan Cl_2 gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar?

A) 2,24 B) 4,48 C) 5,6 D) 12 E) 22,4

63. Lityum pilleri ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Şarj edildiğinde tekrar kullanılabilir.

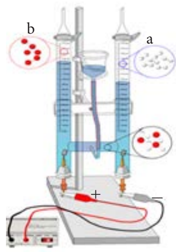
B) Elektrolit olarak katı madde kullanılır.

C) Ağır olduğu için tercih edilmez.

D) Diğer pillere göre çevreye daha az zarar verir.

E) Lityum iyonu pozitif ve negatif elektrotlar arasında hareket eder.

64. Şekildeki düzenekte saf su, içerisine birkaç damla asit eklenerek elektroliz edildiğinde katotta 60 cm^3 gaz toplanmaktadır.



Buna göre

I. a bölmesinde 120 cm^3 gaz toplanır.

II. b bölmesinde 30 cm^3 O_2 gazı açığa çıkar.

III. a bölmesi anot, b bölmesi katottur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

Daha çok soru için akıllı cihazınıza karekodu okutunuz.

2. ÜNİTE KARBON KİMYASINA GİRİŞ

2.1. Anorganik ve Organik Bileşikler

2.2. Basit Formül ve Molekül Formülü

2.3. Doğada Karbon

2.4. Lewis Formülleri

2.5. Hibritleşme-Molekül Geometrileri

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Anorganik bileşik
- Basit formül
- Elmas
- Grafit
- Hibritleşme
- Molekül formülü
- Molekül geometrisi
- Organik bileşik
- Pi (π) bağı
- Sigma (σ) bağı
- Yapı formülü



Çiçeklerin parlak renkleri ve sonbahar yapraklarının değişik tonları her dönemde insanların ilgisini çekmiştir. Bu renklerin belirli yapısal özelliklere sahip organik bileşiklerden nasıl meydana geldiğini 20. yüzyıla kadar anlayamayan kimyacılar, bu bileşiklerin moleküllerindeki küçük yapısal farklılıkların arıları çiçekler üzerine daha çok çektiğini keşfetmişlerdir. Bununla birlikte fotosentezi, önemli vitaminlerin üretimini ve görme işlemi sırasında gözlerde meydana gelen süreçleri açıklamışlardır. Bugün kimyacılar, "Molekül şekilleri ve elektronların yerleştiği orbitaller bileşiklerin özelliklerini nasıl etkiler?" sorusuna cevap verebilmektedir.

Bu ünitede organik bileşiklerin özelliklerini, karbon elementinin çok bağ yapmasının nedenini, karbonun allotroplarını, tekli ve çoklu bağların oluşumunu, hibritleşmeyi, VSEPR kuramını ve molekül geometrilerini öğreneceksiniz.

Ünite Karekodu

Ünite Sunusu

2.1. ANORGANİK VE ORGANİK BİLEŞİKLER

Organik Bileşik Kavramının Gelişimi

Başlarken

Kimyadaki organik kavramı ile günlük hayatta kullanılan organik kavramı aynı mıdır?



Organik terimi; genellikle üretiminde ilacın kullanılmadığı, tamamen doğal yöntemlerle yetiştirilmiş, çevreye ve sağlığa zararsız gıdaları ifade etmek için kullanılır. Organik tarım ile uğraşan kişiler, yabani otların büyümesini engellemek için toprak örtüsü bitkileri yetiştirirler. Ekinlerden böcekleri uzak tutmak için ilaç yerine acı biber yağı, sarımsak suyu gibi doğal ürünler kullanırlar ya da ekinlerin etrafına kadife çiçeği gibi bitkiler ekerler. Biyolojik mücadele amacıyla faydalı böcekleri, kimyasal gübre yerine de doğal hayvan gübresini kullanırlar. Yani organik bileşik olarak sınıflandırılan kimyasalların neredeyse hiçbirini ürün yetiştirirken kullanmazlar. Kimyadaki organik anlayışı ise tarımdakinden çok daha farklıdır.

Kimyacılar, 19. yüzyıla kadar organik bileşiklerin yalnızca canlı organizmalarda bulunduğunu ve üretilmeleri için canlı kaynaktan gelen yaşamsal bir güç gerektiğini savunmuştur. Bu nedenle kimyacılar, organik bileşiklerin laboratuvar ortamında sentezlenemeyeceğine inanmıştır. Bu görüş, 1828 yılında Alman kimyacı Friedrich Wöhler'in (Fridrih Vöhle) anorganik bir madde olan potasyum siyanürden organik bir madde olan üreyi sentezlemesi ile geçerliğini yitirmiştir. Böylece organik bir madde canlı vücudu dışında ilk kez sentezlenmiştir. Friedrich Wöhler, önce potasyum siyanür ve kurşun(IV) oksitten potasyum siyanatı, sonra potasyum siyanat ile amonyum sülfatı tepkimeye sokarak amonyum siyanatı elde etmiştir.

$$\underset{\text{Potasyum siyanür}}{KCN} + \underset{\text{Kurşun(IV) oksit}}{PbO_2} \rightarrow \underset{\text{Potasyum siyanat}}{KCNO} + \underset{\text{Kurşun(II) oksit}}{PbO}$$

$$\underset{\text{Potasyum siyanat}}{2KCNO} + \underset{\text{Amonyum sülfat}}{(NH_4)_2SO_4} \rightarrow \underset{\text{Amonyum siyanat}}{2NH_4CNO} + \underset{\text{Potasyum sülfat}}{K_2SO_4}$$

Wöhler, elde ettiği amonyum siyanatı ısıtarak organik bir madde olan üreyi (Görsel 2.1) elde etmiştir.



Görsel 2.1: Üre

$$\underset{\text{Amonyum siyanat}}{NH_4CNO} \xrightarrow{\text{ISI}} \underset{\text{Üre}}{NH_2\text{-}\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}\text{-}NH_2}$$

Deney

Deney sırasında laboratuvarda uyulması gereken güvenlik kurallarına dikkat ediniz.

Organik Bileşiklerde Hidrojen Elementinin Tespiti

40 dakika

Amaç

Organik bir bileşikte hidrojen elementinin varlığını tespit edebilme.

Araç Gereç

- 1 gram bakır(II) oksit
- 5 gram bakır(II) sülfat
- 1 gram şeker
- Deney tüpü
- Lastik hortum
- Lastik tıpa
- Maşa
- Hassas terazi
- Bağlama parçası
- Spor
- Saat camı
- Bunzen beki
- Cam boru

Deneyin Yapılışı

- Şekeri ve CuO katısını deney tüpüne koyunuz ve bu maddeleri karıştırınız.
- Saat camına bakır(II) sülfat katısını koyunuz.
- Tüpün ağzını üzerine cam boru geçirilmiş lastik tıpa ile kapatınız ve cam boruya lastik hortumu geçiriniz.
- Lastik hortumun diğer ucunu bakır(II) sülfat katısına batırınız.
- Deney tüpünü bunzen bekinde ısıtarak gözlemleyiniz.



Değerlendirme

1. Deneyde CuO katısının kullanılma sebebini açıklayınız.

2. Bakır(II) sülfat katısının rengi nasıl bir değişim göstermiştir? Bu renk değişiminin nedenini açıklayınız.

Çözüm Sizde

Organik bileşiklerde karbon elementinin varlığını tespit etmek için arkadaşlarınızla bir deney tasarlayabilirsiniz.

- Deney düzeneğini kurarken "Organik Bileşiklerde Hidrojen Elementinin Tespiti" deneyinden yararlanınız.
- Yemek sodası, şeker ve tuz bileşiklerinde C elementi olup olmadığını tespit ederken neler yapabileceğinizi sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.
- Organik bileşiklerin yanması sonucu açığa çıkan CO_2 gazının $Ca(OH)_2$ çözeltisini bulandırdığını unutmayınız.

Değerlendirme

1. Bileşiğinizde C elementi olduğunu kanıtlayan tepkime denklemini yazınız.

2. Verilen bileşiklerden hangilerinin organik olduğunu düşünüyorsunuz? Nedenleriyle açıklayınız.

Organik ve Anorganik Bileşikler Arasındaki Farklar

Başlarken

Dünyadaki yaşam karbon elementine dayalıdır. Besin maddelerinden giysilere, ulaşım araçlarından boyar maddelere, plastik ürünlerden yakıtlara kadar pek çok malzeme karbon temellidir. İnsan vücudunda da her gün sayısız kimyasal tepkime gerçekleştiren karbon bileşikleri olmadan hayatın devamı mümkün değildir ancak her gün gerçekleştirilen faaliyetler, karbon salınımına neden olarak dünyanın geleceğini olumsuz etkilemektedir.



Karbon ayak izi olarak bilinen bu etki hakkında neler biliyorsunuz?

Bileşiklerin bir kısmı organik, bir kısmı anorganiktir. Karbon atomu içeren, erime ve kaynama noktaları düşük, ana kaynağı genellikle canlılar olan bileşiklere **organik bileşik** denir.

Bir bileşiğin organik olabilmesi için kesinlikle C atomu içermesi gerekir. Organik bileşiklerin hemen hemen hepsi C atomu ile birlikte H atomu içerir. Aynı zamanda bu bileşiklerin yapılarında N, O, P, S elementleri, halojenler ve Fe, Mg gibi metaller de bulunabilir ancak C atomu içeren her bileşik organik olmak zorunda değildir. Örneğin C atomu içermesine rağmen CO, CO_2, CS_2; karbonat içeren bileşikler ($CaCO_3$, Na_2CO_3, $NaHCO_3$, H_2CO_3 vb.); karbür sınıfı bileşikler (CaC_2, Al_4C_3 vb.) ve siyanür sınıfı bileşikler (HCN, KCN vb.) organik bileşik sınıfına girmez. Organik olmayan bileşiklere **anorganik (inorganik) bileşik** denir. Erime ve kaynama noktaları organik bileşiklerden daha yüksek olan asit, baz, tuz ve oksit sınıfı bileşikler bu gruba girer.

Çözümlü Soru

Aşağıda verilen bileşiklerin organik mi, anorganik mi olduğunu belirtiniz.

Sud kostik	Formik asit	Sirke	Karbon dioksit
Sönmemiş kireç	Yemek sodası	Sofra tuzu	Kâğıt

Çözüm

Sud kostik (NaOH), sofra tuzu (NaCl) ve sönmemiş kireç (CaO) karbon atomu içermediği için anorganiktir. Karbon dioksit (CO_2) ve yemek sodası ($NaHCO_3$) yapısında karbon atomu olduğu hâlde anorganiktir. Sirke (CH_3COOH), formik asit (HCOOH) ve kâğıt [$(C_6H_{10}O_5)n$] ise organik bileşik sınıfındadır.

Organik ve anorganik bileşiklerin genel özellikleri şunlardır:

ORGANİK BİLEŞİKLER	ANORGANİK BİLEŞİKLER





ORGANİK BİLEŞİKLER

- Ana kaynağı canlı organizmalar ve bunların kalıntılarıdır (kömür, petrol, doğal gaz vb.).
- Genellikle kovalent yapılı bileşiklerdir.
- Birçoğunun erime ve kaynama noktası düşüktür.
- Tepkimeleri yavaştır.
- Sayıları milyonlarla ifade edilecek kadar çoktur.
- Genellikle yanıcıdır.
- Genellikle benzen, eter, kloroform gibi organik çözücülerde çözünür.
- Çoğunun kendine has kokusu vardır.
- Genellikle elektrolit özellik göstermez.
- Tepkimelerinin çoğu mekanizmalı olup katalizör varlığında gerçekleşir.

ANORGANİK BİLEŞİKLER

- Ana kaynağı doğadaki minerallerdir (asitler, bazlar, tuzlar, oksitler vb.).
- Genellikle iyonik yapılı bileşiklerdir.
- Birçoğunun erime ve kaynama noktası yüksektir.
- Tepkimeleri genellikle hızlıdır.
- Sayıları organik bileşiklere göre oldukça azdır.
- Genellikle yanıcı değildir.
- Genellikle suda iyi çözünür.
- Çoğunun kendine has kokusu yoktur.
- Sulu çözeltileri ve eriyikleri elektrolit özellik gösterir.
- Tepkime sırasında genellikle katalizöre ihtiyaç duymaz.

Çözüm Sizde

Bilimsel buluşlar, kendiliğinden veya tesadüf eseri ortaya çıkmamıştır. Bilim insanları, azimle çalışmış ve defalarca başarısızlığa uğramalarına rağmen çalışmalarını sabırla sürdürerek günlük hayatı kolaylaştıran buluşlara imza atmıştır. Bugün de bilim insanları, yeni ürünler geliştirmeye yardımcı olmak için sürekli yeni bileşikler bulmaya ve sentezlemeye çalışmaktadır.

- Siz de insanların hayatını kolaylaştırmak için organik bileşikleri araştıran, bu uğurda yılmaksızın çalışan bir bilim insanı olduğunuzu ve yeni bir organik bileşik sentezlediğinizi hayal ediniz.
- Buna göre aşağıdaki soruların yanıtlarını defterinize yazınız. Soruları yanıtlarken derste daha önce yazdığınız notları göz önünde bulundurunuz.
- Çalışmanızı öğretmeninizle kontrol ediniz.

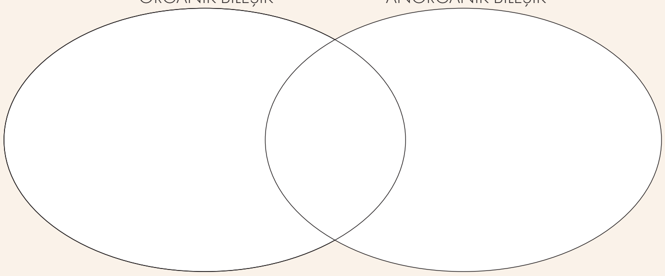
Değerlendirme

1. Sentezlediğiniz bileşiğin kimyasal formülü nedir?
2. Bileşiğinize ne isim verirsiniz?
3. Bileşiğinizin organik olduğunu nasıl ispat edersiniz?
4. Sentezlediğiniz bileşiğin insanlığa ne gibi yararlar sağlayacağını düşünüyorsunuz?

Sıra Sizde

Aşağıda bileşiklerle ilgili verilen özelliklerin numaralarını Venn şemasındaki uygun yerlere yazınız.

1. Ana kaynağı canlılardır.
2. Tepkimeleri oldukça hızlıdır.
3. Genellikle yanıcıdır.
4. Erime ve kaynama noktaları yüksektir.
5. En az iki farklı elementten oluşur.
6. Kendilerine has kokuları vardır.
7. Erime ve kaynama noktaları sabittir.



Çözüm Sizde

Bir mum yakılıp mum alevinin üzerine beyaz renkli bir seramik tabak tutulduğunda tabağın üzerinde siyah bir tabaka oluştuğu gözlenir. Mumun üzerine bir beher kapatılıp beherin üzerine buz küpü konulduğunda mum kısa bir süre içinde söner ve beherin içinde küçük damlacıklar meydana gelir.

Bir bileşiğin organik ya da anorganik olduğunu tespit etmek için yapılan bu deneyden hareketle aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Değerlendirme

1. Seramik tabakta biriken siyah tabaka, mumda bulunan hangi elementten kaynaklanmış olabilir?
2. Beherin içindeki damlacıklar su ise mumun bileşiminde hangi elementler bulunuyor olabilir?
3. Bulduğunuz sonuçlardan yola çıkarak mumun organik bileşik mi yoksa anorganik bileşik mi olduğunu açıklayınız.

2.2. BASİT FORMÜL VE MOLEKÜL FORMÜLÜ

Kimyasal Formüllerin Bulunması

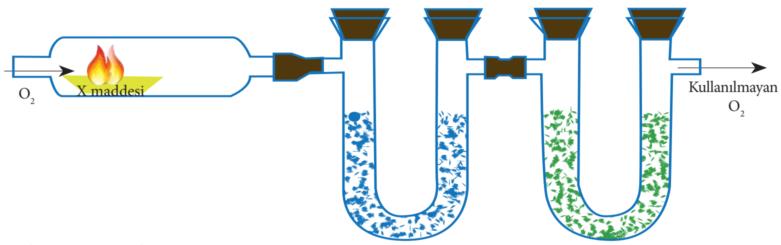
Başlarken



Bilim insanları, yeni ilaçlar elde edebilmek için yüzyıllardır bitkilerin ve diğer malzemelerdeki bileşiklerin özelliklerini incelemektedir. Doğal bir üründen biyolojik olarak aktif bir bileşik özütlendikten sonra özütlenen bu bileşiğin geliştirilmesi veya daha büyük miktarlarda üretilebilmesi için moleküler yapısının iyi bilinmesi gerekir. Moleküler yapının tanımlanmasında ilk adım, bileşiğin basit ve molekül formülünün bilinmesidir.

Bir bileşiğin moleküler yapısını belirlemek için bileşikle ilgili bilmeniz gerekenler nelerdir?

Su, amonyak, karbon dioksit bilinen basit kimyasal bileşiklerdir. Sakkaroz (sofra şekeri), asetilsalisilik asit, askorbik asit (C vitamini) gibi bileşikler ise daha az tanınan kimyasal bileşiklerdir. Tüm bileşiklerin ortak özelliği iki veya daha fazla farklı elementten oluşmasıdır. Bileşikler, onları oluşturan elementlerin sembollerinden türetilen kimyasal formüllerle temsil edilir. Bileşikler basit formül, molekül formülü ve yapı formülü ile gösterilir.



Görsel 2.2: Deney düzeneği

Yukarıdaki deney düzeneğinde (Görsel 2.2) 11,5 gram X maddesi yakıldığında 22 gram CO_2 ve 13,5 gram H_2O

oluşmaktadır. Bu deney düzeneğinden yararlanılarak bilinmeyen X bileşiğinin basit formülü bulunabilir. Bunun için öncelikle CO_2 ve H_2O bileşiğinde bulunan karbon ve hidrojen elementlerinin gram cinsinden miktarı hesaplanır. Bulunan değer bilinmeyen bileşiğin kütlesine eşitse bileşik oksijen içermez. Eşit değilse bileşiğin kütlesinden karbon ve hidrojen elementlerinin toplam kütlesi çıkarılarak bileşikteki oksijen kütlesi hesaplanır. Kütleler atom kütlesine bölünerek elementlerin mol sayısı bulunur. Bulunan mol sayıları uygun katsayılarla çarpılarak tam sayıya çevrilir ve bileşiğin basit formülü elde edilir. Organik bileşiklerde elementlerin türünü ve atom sayılarının birbirine oranını gösteren formüle **basit (kaba) formül** denir.

C elementinin kütlesi

1 mol CO_2 44 g
x mol 22 g
———————
x = 0,5 mol CO_2

1 mol CO_2 12 g C içerir.
0,5 mol x
———————
x = 6 g C

H elementinin kütlesi

1 mol H_2O 18 g
x 13,5 g
———————
x = 0,75 mol

1 mol H_2O 2 g H içerir.
0,75 mol x
———————
x = 1,5 g H

O elementinin kütlesi = Bileşiğin kütlesi – (C elementinin kütlesi + H elementinin kütlesi)
= 11,5 g – (6 +1,5)
= 4 g

$n_C = 6/12 = 0,5$ mol $n_H = 1,5/1 = 1,5$ mol $n_O = 4/16 = 0,25$ mol

Bileşikteki elementlerin mol sayılarını en küçük tam sayıya çevirmek için elementin mol sayısı, en küçük tam sayı olan 0,25 değerine bölünür ve bileşiğin basit formülü C_2H_6O bulunur.

Bir bileşiğin basit formülü ve bileşiği oluşturan elementlerin mol kütleleri bilinirse bileşikteki elementlerin kütlece yüzde oranları hesaplanabilir. Deneyde verilen X bileşiğinin basit formülü C_2H_6O şeklindedir. Bileşiği oluşturan C, H ve O atomlarının mol kütleleri sırasıyla 12, 1 ve 16 gramdır. Buna göre basit formülünün mol kütlesi 46 gram olan C_2H_6O bileşiğinin kütlece yüzde bileşimi şu şekilde hesaplanabilir:

46 g 24 g C
100 g x
———————
x = 52,17 C

46 g 16 g O
100 g x
———————
x = 34,78 g O

46 g 6 g H
100 g x
———————
x = 13,04 H

Bileşik %52,17 C, %34,78 O, % 13,04 H elementi içerir.

Basit formülü bulunan X bileşiğinin mol kütlesi biliniyorsa X bileşiğinin molekül formülü de hesaplanabilir. Organik bileşiği oluşturan elementlerin gerçek atom sayılarının verildiği formüle o bileşiğin **molekül formülü (gerçek formül)** denir. Deneydeki X bileşiğinin mol kütlesi 46 gramdır. Buna göre X bileşiğinin molekül formülü şu şekilde hesaplanır:

Basit formülü · n = Molekül formülü
46 · n = 46
n = 1

n değeri 1 olduğu için bu bileşiğin basit formülü ile molekül formülü aynıdır.

Bir moleküldeki atomların gerçek sayılarının ve bağlanma şekillerinin gösterildiği formüle **yapı formülü (açık formül)** denir.

Örneğin C_2H_6O bileşiğinin yapı formülü

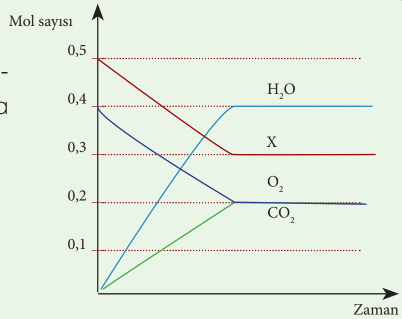
```
    H   H
    |   |
H – C – C – O – H
    |   |
    H   H
```

şeklindedir.

Çözümlü Soru

0,5 mol X bileşiği ile 0,4 mol O_2 gazı tam verimle tepkimeye giriyor. Tepkimeye giren ve tepkime sonucu oluşan maddelerin mol sayısının zamanla değişimi grafikteki gibidir.

Buna göre X bileşiğinin molekül formülü nedir?



Çözüm

Grafiğe göre X bileşiği O_2 gazı ile yakıldığında CO_2 ve H_2O oluşmaktadır. X bileşiğinin yanma denklemi aşağıdaki gibidir.

	X	+	O_2	⟶	CO_2	+	H_2O
Başlangıç:	0,5 mol		0,4 mol		-		-
Değişim :	-0,2 mol		-0,2 mol		+0,2 mol		+0,4 mol
Sonuç :	0,3 mol artar.		0,2 mol artar.		0,2 mol oluşur.		0,4 mol oluşur.

Molekül formülünü bulmak için bileşiğin 1 molü esas alınır. Harcanan X bileşiği 0,2 mol olduğu için harcanan ve oluşan maddelerin mol sayıları 5 ile genişletilir.

X	+	O_2	⟶	CO_2	+	H_2O
0,2 mol (x5)		0,2 mol (x5)		0,2 mol (x5)		0,4 mol (x5)
1 mol		1 mol		1 mol		2 mol

$$1X + 1O_2 \longrightarrow 1CO_2 + 2H_2O$$

Bileşiğin formülü CH_4O_2 bulunur.

Çözümlü Soru

Gıdalarda tatlandırıcı olarak kullanılan sorbitolün mol kütlesi 182 gramdır. Sorbitolün yapısında kütlece %39,56 C, %7,74 H, %52,7 O bulunur.

Bu bileşiğin basit ve molekül formülünü bulunuz. (C = 12g/mol , H = 1 g/mol, O = 16 g/mol)

Çözüm

Bileşiği oluşturan her bir elementin kütlece yüzde miktarı o elementin kütlesi kabul edilir. Elementlerin kütleleri atom kütlelerine bölünerek mol sayıları bulunur.

$n_C = 39{,}56/12 = 3{,}29$ $\quad n_H = 7{,}74/1 = 7{,}74$ $\quad n_O = 52{,}7/16 = 3{,}29$

Bileşikteki elementlerin mol sayıları, içlerindeki en küçük mol sayısı olan 3,29'a bölünür.

$n_C = 3{,}29/3{,}29 = 1$ $\quad n_H = 7{,}74/3{,}29 = 2{,}35$ $\quad n_O = 3{,}29/3{,}29 = 1$

2,35 sayısını tam sayıya yaklaşık olarak çeviren en küçük katsayı 3 olduğu için tüm elementlerin mol sayıları 3 ile çarpılır ve bileşiğin basit formülü $C_3H_7O_3$ bulunur.

Bileşiğin mol kütlesi 182 g/mol şeklindedir.

$n \cdot (C_3H_7O_3) = 182$

$n \cdot (12 \cdot 3 + 1 \cdot 7 + 16 \cdot 3) = 182$

$n = 2$

Buna göre bileşiğin molekül formülü $C_6H_{14}O_6$ olur.

Çözümlü Soru

Bir organik bileşiğin 30,4 gramı yakıldığında 52,8 gram CO_2 ve 1,6 mol H_2O oluşmaktadır.

Buna göre bileşiğin basit formülünü bulunuz.

Çözüm

Oksijenle tepkimeye girdiğinde CO_2 ve H_2O açığa çıkaran bir bileşiğin yapısında kesinlikle C ve H elementleri bulunur. Bileşiğin yapısında O elementinin varlığını anlamak için bileşikteki C ve H elementlerinin kütleleri hesaplanır.

44 g CO_2	12 g C içeriyorsa	1 mol H_2O	2 g H içeriyorsa
52,8 g CO_2	x	1,6 mol H_2O	x
x = 14,4 g C		x = 3,2 g H	

Bileşiğin yapısında 14,4 gram C ve 3,2 gram H elementi yer alır. Bileşiğin ağırlığı 30,4 gram olduğundan yapısında 30,4 - (14,4 + 3,2) = 12,8 gram O elementi bulunur.

C, H ve O elementlerinin mol sayıları şu şekildedir:

$n = 14,4/12 = 1,2$ mol C $\quad n = 3,2/1 = 3,2$ mol H $\quad n = 12,8/16 = 0,8$ mol O

Bu değerleri tam sayıya çeviren en küçük katsayı 2,5 olduğu için elementlerin mol sayıları 2,5 ile çarpılır ya da bileşikteki elementlerin mol sayıları, içlerindeki en küçük mol sayısı olan 0,8'e bölünerek 2 ile çarpılır ve bileşiğin basit formülü $C_3H_8O_2$ olarak bulunur.

Sıra Sizde

1. **Kütlece %26,66 karbon, %2,22 hidrojen, %71,1 oksijen atomundan oluşan bileşiğin basit formülünü bulunuz.** (H = 1 g/mol, C = 12 g/mol, O = 16 g/mol)
2. 0,5 mol C_nH_{2n+2} bileşiğini tamamen yakabilmek için normal koşullarda 22,4 L O_2 gazı gerekir.
   Buna göre bileşiğin molekül formülünü bulunuz.

2.3. DOĞADA KARBON

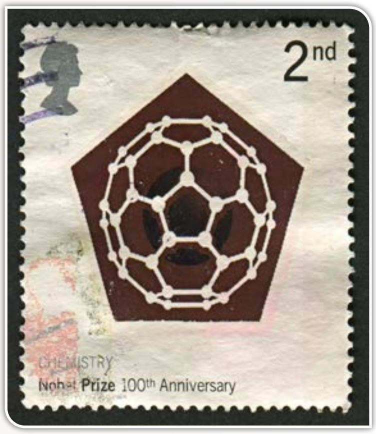
Karbon Elementinin Özellikleri

Başlarken

Karbon, kömür hâli eski çağlardan beri bilinen sınırlı sayıdaki elementten biridir. Bu element, oluşturduğu milyonlarca bileşik ile periyodik tablodaki diğer elementlerden ayrılır.

Karbon, son dönemlerde insan hayatının kalitesini beklenmedik bir şekilde artırmaya başlamıştır. Yüzyıllardır göz önünde olan ve hakkında her şeyin bilindiği düşünülen bu elementle ilgili çalışmalara son otuz senede üç Nobel Ödülü verilmiştir. Yapılan araştırmalar, karbon elementine ait pek çok yeni özelliğin yakın zamanda keşfedileceğini ve bu elementin hayatın içine daha da çok gireceğini göstermektedir.

Sizce gelecekte karbon elementiyle ilgili hangi özellikler keşfedilebilir?



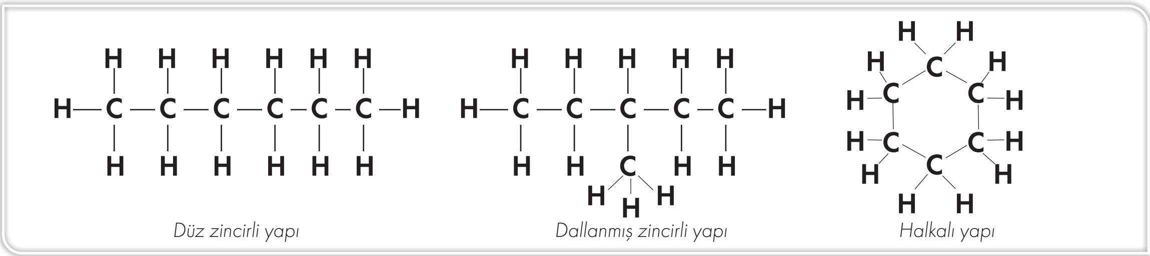
Organik bileşiklerin temel elementi karbondur. Periyodik cetvelin 2. periyot 4A grubunda yer alan karbon atomu 4 değerlik elektronuna sahiptir. Dört bağ yapma yeteneğine sahip olan karbon atomu, değerlik elektronlarını ortaklaşa kullanarak kendi atomları arasında ya da başka atomlarla tekli, ikili veya üçlü bağlar oluşturur.



Tablo 2.1: Atomların Kendi Aralarındaki Ortalama Bağ Enerjileri

Bağ Yapan Atomlar	Bağ Enerjisi (kJ/mol)
C-C	343
B-B	293
S-S	266
Si-Si	222
P-P	201
N-N	163
O-O	157

İki atom arasındaki kimyasal bağ enerjisinin büyüklüğü o bağın kararlılığının bir ölçüsüdür. Tablo 2.1'de atomların kendi atomları ile yaptıkları bağ enerjileri incelendiğinde C-C atomları arasındaki bağ enerjisinin diğer atomların bağ enerjilerinden büyük olduğu görülmektedir. Bu bağ enerjisinin büyüklüğü bağın kararlı olması anlamına gelir. C-C bağının kuvvetli olmasından dolayı karbon atomları; birbirine değişik şekillerde bağlanarak düz zincirli, dallanmış zincirli ve halkalı yapıya sahip çok sayıda kararlı bileşik oluşturur. Bu nedenle organik bileşiklerin sayısı anorganik bileşiklerden çok fazladır. Altı karbonlu bir organik bileşikte oluşabilecek farklı yapıdaki moleküllerin düz zincirli, dallanmış zincirli ve halkalı yapılarına Görsel 2.3'teki örnekler verilebilir.



Görsel 2.3: Karbon zincirinin farklı şekilleri

Karbonun Allotropları

Başlarken

Duru ve Deniz tek yumurta ikizidir. Duru tenis oynamayı, kitap okumayı ve klasik müzik dinlemeyi; Deniz ise yüzmeyi, film izlemeyi ve Türk halk müziği dinlemeyi sever. Duru sağ elini, Deniz ise sol elini kullanır. İkisi de aynı genetik yapıda olmasına rağmen çok farklı özelliklere sahiptir.



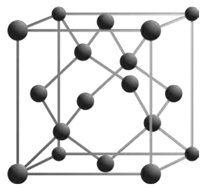
Periyodik sistemde yer alan saf bir element de aynı kimyasal yapıya fakat farklı fiziksel özelliklere sahip çeşitli formlarda olabilir mi?

Bir elementin atomlarının uzayda farklı sayı ve şekilde dizilmesi sonucunda oluşan yapılara **allotrop** denir. Aynı elementin atomlarından oluşmasına rağmen allotropların kimyasal özelliklerinin bazıları, fiziksel özelliklerinin tamamı birbirinden farklıdır. Fiziksel ve kimyasal özelliklerdeki bu farklılıklar allotropların bağ yapıları ile ilgilidir.

Karbon, evrende en çok bulunan dördüncü elementtir ve allotroplar açısından da önemli bir örnektir. Elmas ve grafit, karbonun eskiden beri bilinen allotroplarıdır. Fulleren ve grafen gibi allotroplar ise son yıllarda keşfedilmiştir. Teknolojinin gelişmesi ile bu allotroplardan karbon nanotüp gibi yeni maddeler üretilmeye başlanmıştır.

Elmas

Karbonun allotroplarından biri olan elmas (Görsel 2.4) genelde renksiz ve şeffaftır. Işığı yansıttığı için parlaktır ve bu nedenle ilgi çekici bir mücevherdir. Elmasta her karbon atomu birer kovalent bağla çevresindeki dört karbon atomuna bağlanarak düzgün dört yüzlü yapı oluşturur. Oluşan bu üç boyutlu ve çok kuvvetli kovalent bağlar nedeniyle elmas bilinen en sert maddelerden biridir. Bu özelliğinden dolayı petrol arama, cam ve beton kesme gibi işlemlerde kullanılan aletlerin yapımında elmastan yararlanılır. Karbon atomları birbirine çok güçlü bir şekilde bağlı olduğu için elmas yüksek bir erime sıcaklığına sahiptir. Elmasta karbon atomu, değerlik elektronlarının tamamını bağ yapımında kullanır. Serbest hâlde değerlik elektronu kalmadığı için elmas elektriği iletmez ancak bu allotrop iyi bir ısı iletkenidir.

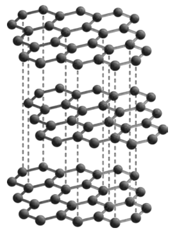




Görsel 2.4: Elmas

Grafit

Karbonun allotroplarından biri olan grafit (Görsel 2.5); siyah renkli, parlak, yumuşak bir yapıya sahiptir. Grafitte her karbon atomu, çevresindeki üç karbon atomuna kovalent bağla bağlanarak altıgen halkalar oluşturur. Bu altıgen halkalar tabakalar hâlindedir. Grafiti oluşturan bu tabakalar birbirine zayıf etkileşimlerle tutunur. Tabakaları arasındaki zayıf etkileşimler grafiti kaygan hâle getirir. Bu nedenle makine yağı yapımında grafitten yararlanılır. Tabakalar kâğıt üzerinde kolayca kayarak iz bıraktığı için grafit, kalem uçlarında da kullanılır. Yapısında bulunan karbon atomları arasındaki kuvvetli kovalent bağlar nedeniyle grafitin erime sıcaklığı yüksektir. Bu nedenle dökümhanelerde yüksek sıcaklıklardaki metallerin dökümü için kalıp olarak ve nükleer santrallerde yavaşlatıcı olarak kullanılır. Grafit, yapısında bulunan çift bağlardaki elektronların biraz daha serbest olması sayesinde elektriği iletir. Bu nedenle endüstride elektrik iletkeni olarak tercih edilir.

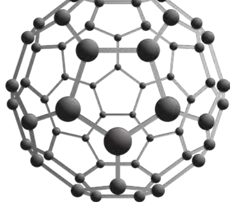




Görsel 2.5: Grafit

Fulleren

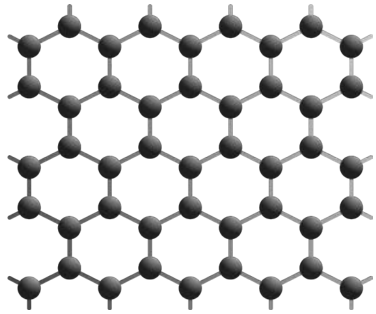
Fulleren (Görsel 2.6); çok sayıda karbon atomunun bir araya gelmesiyle oluşan, içi boş, küresel bir yapıdır. Karbon elementinin nanoboyuttaki allotropları olan bu yapıda karbon atomları beşgen, altıgen ve yedigen halkalar olarak yer alır. Karbonun bu allotropları top, tüp, çubuk ve halka şeklinde sınıflandırılabilir. Önceleri doğal olarak bulunmadığı zannedilen bu yapılar daha sonra uzayda, atmosferde ve yeryüzünde yapılan araştırmalarda keşfedilmiştir. İlk keşfedilen fulleren C_{60} molekülüdür. C_{60} molekülü, on iki tane beşgen ile yirmi tane altıgenden oluşur ve bilinen en yaygın fulleren formudur. Bunun dışında da çok sayıda fulleren molekülü bulunur. 1985'te keşfedilmesinden bu yana bilimin farklı alanlarında büyük ilgi gören fulleren, yüksek dayanıklılığa ve aynı zamanda büyük bir esnekliğe sahiptir. Kimyasal etkinliği olmayan fulleren, çok düşük sıcaklıklarda bile elektriksel iletkenliğe sahip olabildiği için süper iletken olarak elektronik sanayisinde tercih edilir. Tıpta fullerenden HIV virüsünün teşhisinde ve kanser tedavisinde ilaç taşıyıcı sistem olarak yararlanılır. Hidrojenin yakıt olarak depolanmasında ve güneş pillerinin yapımında da fulleren kullanılır.



Görsel 2.6: Fulleren

Grafen

Grafiti oluşturan tabakalardan birinin diğer tabakalardan ayrıştırılması ile elde edilen tek grafit tabakasına **grafen** denir. 2004 yılında keşfedilen grafen, sadece bir atom kalınlığındadır ve altıgen karbon halkalarından oluşur. Altıgen halkada her bir karbon atomu diğer üç karbon atomuna bağlıdır (Görsel 2.7). Grafenin iki boyutlu düzlem yapısı sayesinde elektronlar grafen üzerinde çok daha fazla hareket edebilir. Bu nedenle grafen mükemmel bir elektrik ve ısı iletkenidir. Şeffaf bir yapıya sahip olmakla birlikte grafen şimdiye kadar bilinen en ince ve en güçlü malzemedir. Bu özelliklerinden dolayı grafen hem şeffaf hem de esnek olan güneş pillerinin, ısı ve ışık geçirgenliğini kontrol edebilen akıllı pencerelerin ve elektronik ekranların yapımında kullanılabilir. Hastalıkların tanı ve tedavisinde de grafenden yararlanılabileceği öngörülmektedir.

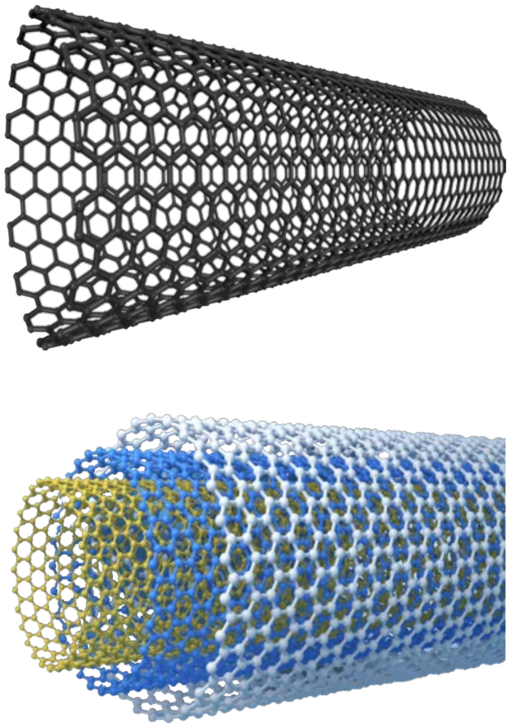


Görsel 2.7: Grafen

Karbon Nanotüp

Tek grafen tabakasının silindir oluşturacak şekilde kıvrılmasıyla meydana gelen yapıya **karbon nanotüp** denir. Karbon nanotüplerin yarıçapları genelde 1 nanometreden küçüktür. Bir nanometre bir milimetrenin milyonda biridir. Nanotüplerin boyları, yarıçaplarının milyonlarca katına ulaşabilir. Karbon nanotüpler tek duvarlı veya çok duvarlı (iç içe geçmiş tüpler şeklinde) olabilir (Görsel 2.8). Karbon nanotüpler; sağlamlık, dayanıklılık, elektrik ve ısı iletkenliği gibi özellikleri sayesinde çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Karbon nanotüpler;

- Zehirli gazları algılayabilen gaz dedektörlerinin yapımında,
- Çok küçük boyutlardaki elektronik cihazların üretiminde,
- Büyük yüzey alanına sahip olması nedeniyle hidrojen depolamada,
- Vücut içerisinde belirli yapıları takip edebilmesi sebebiyle kanser hücrelerinin tanımlanabilmesi ve ilacın doğrudan kanserli hücreye ulaştırılmasında,
- Katkı maddesi olarak dayanımı ve esnekliği artırmada,
- Çelikten daha hafif ve sağlam olduğu için kurşungeçirmez yeleklerin yapımında,
- Leke ve bakteri tutmayan nanoteks adlı kumaşların üretiminde kullanılmaktadır.



Görsel 2.8: Tek duvarlı ve çok duvarlı karbon nanotüpler

Karbonun allotropları etkinliğine ulaşmak için akıllı cihazınıza karekodu okutunuz.

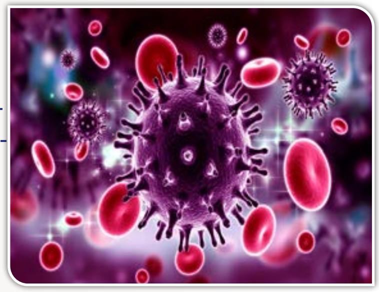
2.4. LEWIS FORMÜLLERİ

Kovalent Bağlı Türlerin Lewis Formülleri

Başlarken

Lewis formülleri sizce ne işe yarar?

HIV proteaz, insan bağışıklık yetmezliği virüsü (HIV) tarafından sentezlenen bir enzimdir. Bu enzim, AIDS hastalığının insan vücudunda yayılmasına ve gelişmesine neden olur. HIV proteazın bilinmesi ile ilaç şirketleri, bu enzimin aktif merkezine bağlanarak HIV proteazı devre dışı bırakacak bir ilaç molekülü oluşturmak için birçok çalışma yapmıştır. Araştırmacılar, ilaç moleküllerinin şeklini oluşturmak ve onların proteaz molekülüyle nasıl tepkimeye girdiğine karar vermek için Lewis yapısı gibi kuramlardan yararlanmıştır.



1919 yılında Gilbert Lewis (Gilbırt Luvis), soy gazların kararlılıklarının elektron dağılımlarından ileri geldiğini ve diğer elementlerin, elektron dağılımlarını soy gazların elektron dağılımına benzetebilmek amacıyla kimyasal bağ yaptığını öne sürmüştür. Kimyasal bağ yapan atomlar, son yörüngedeki elektronlarını ya helyuma benzetip dublet kararlılığına ya da diğer soy gazlara benzetip oktet kararlılığına ulaşır. Oktetini tamamlamadığı hâlde kararlı bileşik oluşturan elementler de vardır. Bir elementin son katmanındaki elektronlara **değerlik elektronları** denir. Kimyasal bağlanmada bu elektronlar rol oynar. Değerlik elektronlarının atomun sembolü etrafında nokta ile gösterilmesine **Lewis yapısı** ya da **Lewis formülü** denir. Lewis formülleri atomların kararlı bir molekül oluşturup oluşturmayacağını, birbirine nasıl bağlanacağını ve molekülün neye benzeyeceğini tahmin etmek için kullanılır. Tablo 2.2'de bazı atom ve iyonların Lewis yapıları verilmiştir.

Tablo 2.2: Bazı Atom ve İyonların Lewis Yapıları

Grup	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
Atomların Lewis Yapıları	Li •	• Be •	• B •	• C •	• N •	: O •	: F •	: Ne :
İyonların Lewis Yapıları	Li^+	Be^{2+}	B^{3+}	$[:C:]^{4-}$	$[:N:]^{3-}$	$[:O:]^{2-}$	$[:F:]^{-}$	---

Moleküler Elementlerin Lewis Formülleri

Moleküllerin Lewis formülleri çizilirken atomların bağlayıcı elektronları karşılıklı eşleştirilir. Bir çift elektronun iki atom arasında ortaklaşa kullanılması ile bir tane tekli kovalent bağ oluşur. İki atom arasında iki elektron çifti ortaklaşa kullanılıyorsa ikili bağ, üç elektron çifti ortaklaşa kullanılıyorsa üçlü bağ oluşur. Kovalent bağda ortaklaşa kullanılan elektron çiftlerine **ortaklanmış (bağlayıcı) elektron çifti**, bağ oluşumuna katılmayan elektron çiftlerine **ortaklanmamış elektron çifti** denir. Moleküldeki ortaklanmış elektron çifti genellikle tek çizgi (—) ile gösterilir.

Atom numarası 17 olan klor atomunun elektron dağılımı şu şekildedir:

$_{17}Cl$: $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^5$

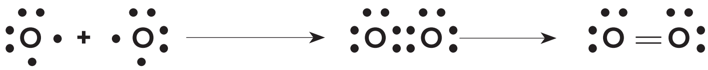
Klor atomu, kendisine en yakın soy gazın elektron yapısına ulaşmak ister. Bunun için klor atomlarının her biri, diğer klor atomu ile eşleşmemiş elektronunu ortaklaşa kullanır. Böylece klor atomları, son yörüngelerindeki elektron sayısını sekize tamamlayarak oktet kararlılığına sahip olur.



Atom numarası 8 olan oksijen atomunun elektron dağılımı şu şekildedir:

$_{8}O: 1s^2 2s^2 2p^4$

Oksijen atomunun soy gaz kararlılığına ulaşması için iki elektron gereklidir. Oksijen atomu, başka bir oksijen atomu ile ikişer elektronunu ortaklaşa kullanarak iki bağ yapar ve oktet kararlılığına ulaşır. Böylece iki oksijen atomu arasında ikili kovalent bağ oluşur.



Atom numarası 7 olan azot atomunun elektron dağılımı şu şekildedir:

$_{7}N: 1s^2\ 2s^2 2p^3$

Azot atomunun soy gaz kararlılığına ulaşması için üç elektrona ihtiyacı vardır. Bunun için azot atomlarının her biri, diğer azot atomu ile üç elektronunu ortaklaşa kullanarak üç bağ yapar ve oktet kararlılığına ulaşır. Böylece iki azot atomu arasında üçlü kovalent bağ (≡) oluşur.



Moleküler Bileşiklerin Lewis Formülleri

Lewis yapıları, birçok bileşiğin yapısının açıklanmasına ve moleküllerin özelliklerinin belirlenmesine yardımcı olur. Lewis yapılarında elektronlar genellikle eşleşmiş olarak yazılır ve bütün değerlik elektronları gösterilir. Lewis yapıları çizilirken izlenmesi gereken adımlar şunlardır:

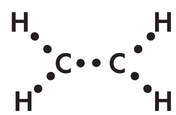
1. Yapıyı oluşturan atomların değerlik elektron sayıları toplanarak toplam değerlik elektronu sayısı bulunur.
2. Fazla sayıda bağ yapan atom merkez atom, az sayıda bağ yapan atom uç atom olarak belirlenir. Karbon genellikle merkez atom, hidrojen ise uç atom olarak yazılır. Bir molekülde birden fazla merkez ve uç atom olabilir.
3. Moleküldeki atomlar tekli kovalent bağla bağlanarak uygun iskelet yapısı oluşturulur.
4. Toplam değerlik elektron sayısından bağ elektronlarının sayısı çıkarılır. Kalan elektronlarla önce uç atomların dublet ya da oktetleri tamamlanır, geriye kalan elektron varsa bunlar da merkez atomlara yerleştirilir.
5. Merkez atomların okteti ikili veya üçlü bağlar oluşturularak tamamlanır.

Çözümlü Soru

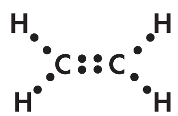
C_2H_4 molekülünün Lewis yapısını çiziniz. ($_{1}H$, $_{6}C$)

Çözüm

1. **Adım:** 4A grubundaki karbon atomunun 4, 1A grubundaki hidrojen atomunun ise 1 tane değerlik elektronu vardır. Dolayısıyla değerlik elektronu sayısı 2 karbon atomundan dörder, 4 hidrojen atomundan birer olmak üzere toplam 12 tanedir.
2. **Adım:** Karbon atomları, daha fazla sayıda bağ yaptığı için merkez atomları; hidrojen atomları ise uç atomları oluşturur.
3. **Adım:** Merkez ve uç atomlar tekli bağlarla birleştirilerek molekülün iskelet yapısı oluşturulur.



4. **Adım:** İskelet yapısını oluşturan 5 tane tekli bağ için toplam 10 elektron kullanılmıştır. Dolayısıyla toplam değerlik elektronu sayısından tekli bağlar için kullanılan 10 elektron çıkarıldığında 12 - 10 = 2 elektron kalır.
5. **Adım:** Hidrojenler dubletini tamamladığı için kalan 2 elektron, oktetini tamamlayacak şekilde karbonlar arasına yerleştirilir.



Çözümlü Soru

CO_2 molekülünün Lewis yapısını çiziniz. ($_6C$, $_8O$)

Çözüm

1. **Adım:** Karbondan 4, oksijenlerin her birinden altışar olmak üzere molekülün toplam 16 değerlik elektronu vardır.
2. **Adım:** Karbon atomu daha fazla sayıda bağ yaptığı için merkez atomu, oksijen atomları ise uç atomları oluşturur.
3. **Adım:** Merkez ve uç atomlar tekli bağlarla birleştirilerek molekülün iskelet yapısı oluşturulur.

O ••C ••O

4. **Adım:** İskelet yapısını oluşturan 2 tane tekli bağ için toplam 4 elektron kullanılmıştır. Dolayısıyla toplam değerlik elektronu sayısından tekli bağlar için kullanılan 4 elektron çıkarıldığında 12 elektron kalır.
5. **Adım:** Karbon ve oksijen atomları oktetini tamamlayacak şekilde kalan 12 elektron yerleştirilir.

:Ö::C::Ö:

Sıra Sizde

Aşağıdaki tabloda 2. periyot elementlerinden bazıları verilmiştir.

a) Bu elementlerin hidrojenle yaptığı bileşiklerin Lewis formüllerini çizerek tabloyu doldurunuz.

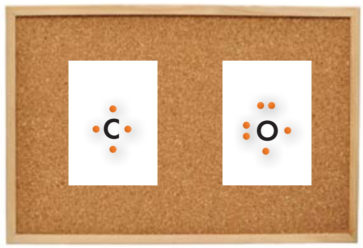
Element	Hidrojenli Bileşiğin Lewis Formülü
$_4Be$	
$_5B$	
$_6C$	
$_7N$	
$_8O$	
$_9F$	

b) Verilen elementlerin kendi aralarında oluşturabileceği en az üç bileşiğin Lewis formülünü çiziniz.

Çözüm Sizde

CO_2, NH_3, BH_3, H_2O, CH_4, N_2, C_2H_2, OF_2, HF, C_2H_6O, BeH_2 moleküllerinin Lewis formüllerini çiziniz.
($_1H$, $_4Be$, $_5B$, $_6C$, $_7N$, $_8O$, $_9F$)

- 10 x 10 cm boyutunda 10 adet karton kesiniz.
- Kartonların üstüne elementlerin sembollerini yazınız.
- Yazdığınız element sembollerini ve farklı renkteki raptiyeleri kullanarak mantar pano üstünde her bir elementin Lewis elektron nokta formülünü gösteriniz.
- Hazırladığınız element sembollerini kullanarak yukarıda verilen bileşiklerin Lewis elektron nokta formüllerini gösteriniz.



Değerlendirme

1. Lewis yapısını çizdiğiniz moleküllerden hangileri oktet kuralına uymaz?

2. Lewis yapısını çizdiğiniz moleküllerde bağ yapımına katılmayan elektronlar molekül şekline etki eder mi? Açıklayınız.

2.5. HİBRİTLEŞME-MOLEKÜL GEOMETRİLERİ

Tek, Çift ve Üçlü Kovalent Bağın Oluşumu

Başlarken

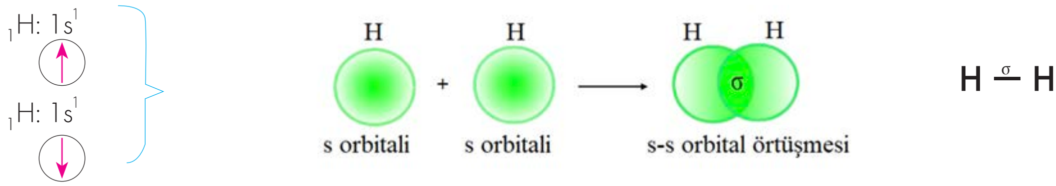
Cl atomu, sağlığa zararlı olmasına rağmen Cl_2 molekülü hâlindeyken havuzlarda dezenfektan olarak kullanılabilir. Sizce bağ yapan iki klor atomu nasıl bir etkileşim sonucunda zararsız hâle gelebilir?

Kimyasal bağlanmayı açıklamak için çeşitli kuramlar geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan Lewis kuramı, kovalent bağı iki atom arasındaki ortaklanmış bir elektron çifti olarak açıklar. Lewis kuramına göre H_2 molekülündeki bağ ile HF molekülündeki bağ arasında bir fark yoktur. Hâlbuki bu iki bağın entalpi değeri, uzunluk ve polarlık gibi özellikleri birbirinden farklıdır. Ayrıca Lewis kuramı, moleküllerin üç boyutlu geometrisini açıklama konusunda da yetersiz kalır.

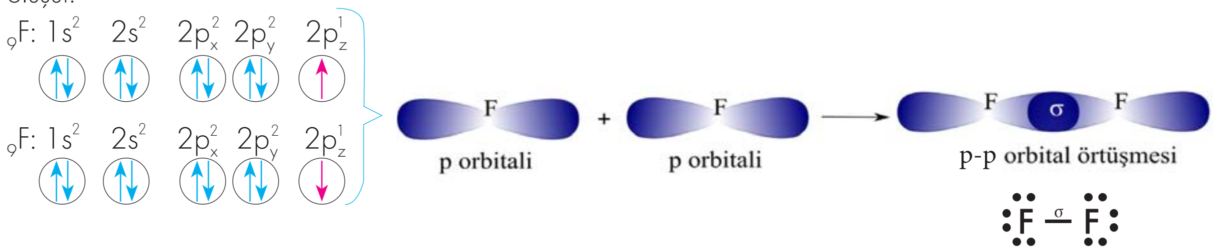
Kovalent bağların oluşumunu ve özelliklerini açıklayan kuramlardan biri **değerlik (valens) bağ kuramı**dır. Bu kurama göre kovalent bağ, yarı dolu atomik veya hibrit orbitallerin örtüşmesi ile oluşur.

İki atomlu bazı moleküllerin oluşumu sırasında meydana gelen orbital örtüşmeleri şu şekildedir:

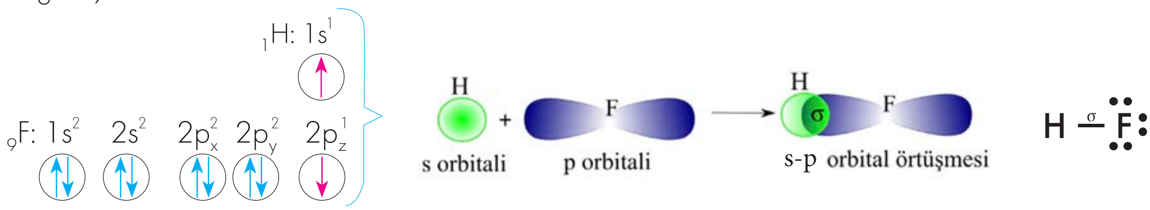
H_2 Molekülü: H atomlarının 1s orbitali eşleşmemiş elektron içerir. Yarı dolu s orbitalleri uç uca örtüşerek bir kovalent bağ oluşturur. İki atom çekirdeğinin birleştiği doğrultuda yer alan kovalent bağa **sigma (σ) bağı** denir. İki atom arasında oluşan ilk bağ sigma bağıdır. İki atom arasında birden fazla sigma bağı oluşamaz.



F_2 Molekülü: F atomlarının 2p orbitallerinden birer tanesi eşleşmemiş elektron içerir. Yarı dolu p orbitalleri uç uca örtüşerek elektron yoğunluğunun arttığı bir bölge meydana getirir. Böylece iki F atomu arasında kovalent bağ oluşur.

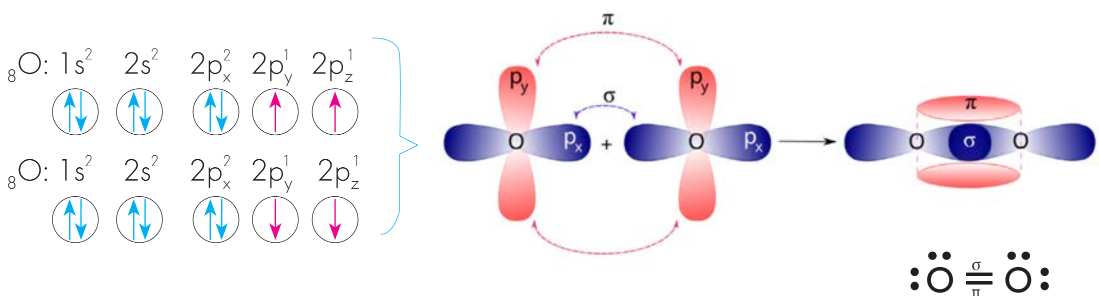


HF Molekülü: H atomunun yarı dolu 1s orbitali ile F atomunun yarı dolu 2p orbitali uç uca örtüşerek elektron yoğunluğunun arttığı bir bölge oluşturur. H ve F atomları arasındaki s-p orbitallerinin örtüşmesi sonucu bir kovalent bağ oluşur.



İki atom, bir çift elektronu ortak kullanarak tek kovalent bağ oluşturabildiği gibi iki ya da üç çift elektronu ortak kullanarak çift ya da üçlü kovalent bağ da oluşturabilir.

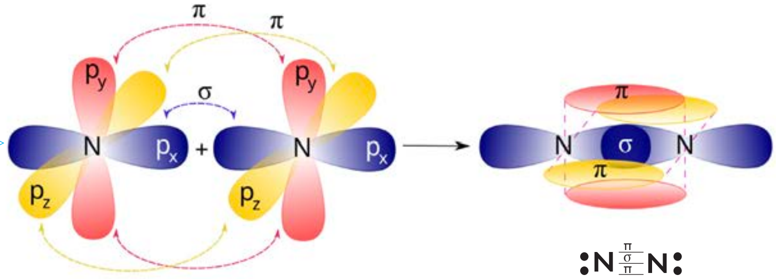
O_2 Molekülü: İki O atomunun birbirine dik konumdaki yarı dolu 2p orbitallerinden birer tanesi uç uca örtüşür. Böylece iki O atomu arasında elektron yoğunluğunun arttığı bir bölge oluşur. Oluşan sigma bağına dik konumdaki diğer yarı dolu p orbitalleri yan yana örtüşerek iki O atomu arasında ikinci kovalent bağı oluşturur. Sigma bağına göre daha zayıf olan bu bağa **pi (π) bağı** denir.



N_2 Molekülü: İki N atomunun birbirine dik konumdaki yarı dolu 2p orbitallerinden birer tanesi uç uca örtüşür. Böylece iki N atomu arasında elektron yoğunluğunun arttığı bir bölge oluşur. Oluşan sigma bağına dik konumdaki diğer yarı dolu p orbitalleri yan yana örtüşerek iki N atomu arasında ikinci ve üçüncü kovalent bağları oluşturur. Oluşan bu bağlar **pi bağı**dır. İki atom arasında birden fazla pi bağı oluşabilir.

$_7N: 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ (↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ↑)

$_7N: 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ (↑↓ ↑↓ ↓ ↓ ↓)



Çözümlü Soru

$\cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{X}}\cdot$ $\quad$ $\cdot\ddot{\underset{\cdot}{Y}}\cdot$

Lewis yapıları yanda verilen X ve Y atomlarının oluşturduğu X_2 ve Y_2 moleküllerinin

a) Sigma bağı,

b) Pi bağı,

c) Ortaklanmamış elektron çifti sayılarını karşılaştırınız.

Çözüm

$\ddot{\underset{\cdot\cdot}{X}} \overset{\sigma}{\underset{\pi}{=}} \ddot{\underset{\cdot\cdot}{X}}$ $\quad$ $:Y \overset{\pi}{\underset{\pi}{\overset{\sigma}{\equiv}}} Y:$

a) $X_2 = Y_2$ $(1 = 1)$

b) $Y_2 > X_2$ $(2 > 1)$

c) $X_2 > Y_2$ $(4 > 2)$

Sıra Sizde

$_1X$ ve $_9Y$ elementlerinden oluşan X_2, Y_2 ve XY molekülleri için

a) Kovalent bağ sayısı,

b) Sigma bağı sayısı,

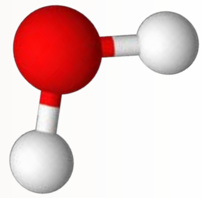
c) Ortaklanmamış elektron çifti sayısı

niceliklerinden hangilerinin karşılaştırılması $X_2 = Y_2 = XY$ şeklindedir?

Hibritleşme, Molekül Geometrisi ve VSEPR

Başlarken

Su molekülleri, yapısı gereği açısal geometriye sahiptir. Bu durum, su molekülleri arasındaki çekim kuvvetinin artmasını ve oda sıcaklığında suyun sıvı hâlde olmasını sağlar. Yaşamın kaynağı olan su, doğrusal geometriye sahip olsaydı oda sıcaklığında sıvı hâlde değil gaz hâlinde bulunurdu ve bu koşullar altında yaşam var olamazdı.



Bir atomun yapacağı kovalent bağ sayısı yarı dolu orbital sayısına eşit olmalıdır. Tablo 2.3 incelendiğinde Be ve B gibi atomların temel hâldeki yarı dolu orbital sayısının, yapabileceği kovalent bağ sayısına eşitlenmesi gerekir. Ayrıca N ve O gibi atomların temel hâldeki yarı dolu orbital sayısı yapabileceği kovalent bağ sayısına eşit olsa bile deneysel yoldan ölçülen bağ açıları açıklanmalıdır. Bu amaçlar doğrultusunda hibritleşme kavramı geliştirilmiştir.

Tablo 2.3: 2. Periyot Elementlerinin Temel Hâldeki Yarı Dolu Orbital ve Kovalent Bağ Sayıları Arasındaki İlişki

2. Periyot Elementi	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Grup numarası	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
Temel hâldeki yarı dolu orbital sayısı	1	-	1	2	3	2	1	-
Kovalent bağ sayısı	1	2	3	4	3	2	1	0

Farklı enerjili orbitallerin kaynaşarak aynı enerjili özdeş orbitaller oluşturmasına **hibritleşme** denir. Hibrit orbitallerin uzaydaki yönelimlerine göre oluşan moleküllerin geometrisi **VSEPR [Valence Shell Electron Pair Repulsion (değerlik katmanı elektron çifti itmesi)] kuramı** ile açıklanır. VSEPR kuramına göre bir molekülde merkez atom etrafındaki ortaklanmış veya ortaklanmamış elektron çiftleri uzayda aralarındaki itme kuvveti en az, mesafe en fazla olacak şekilde konumlanır.

Moleküllerin VSEPR gösteriminde kullanılan A, merkez atomu; X, merkez atoma bağlı diğer atomları; E, merkez atomdaki ortaklanmamış elektron çiftlerini sembolize eder.

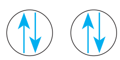
Molekül yapılı elementler ile bileşiklerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin açıklanmasında da hibritleşme ve molekül geometrisinden yararlanılır. Bir bileşiğin molekülleri, geometrisine göre polar ya da apolar olabilir. Molekül geometrisi molekül yapılı bir maddenin çözünürlüğü, erime ve kaynama sıcaklığı gibi birçok özelliğini belirler.

İki atomlu moleküllerin geometrik şekli doğrusaldır. Bunlardan H_2, F_2, O_2 gibi apolar kovalent bağ içeren moleküller apolar, HF gibi polar kovalent bağ içeren moleküller polar yapıdadır. İki atomlu moleküllerde merkez atom, hibritleşme, bağ açısı ve VSEPR gösterimi söz konusu değildir.

BeH_2 Molekülünün Oluşumu

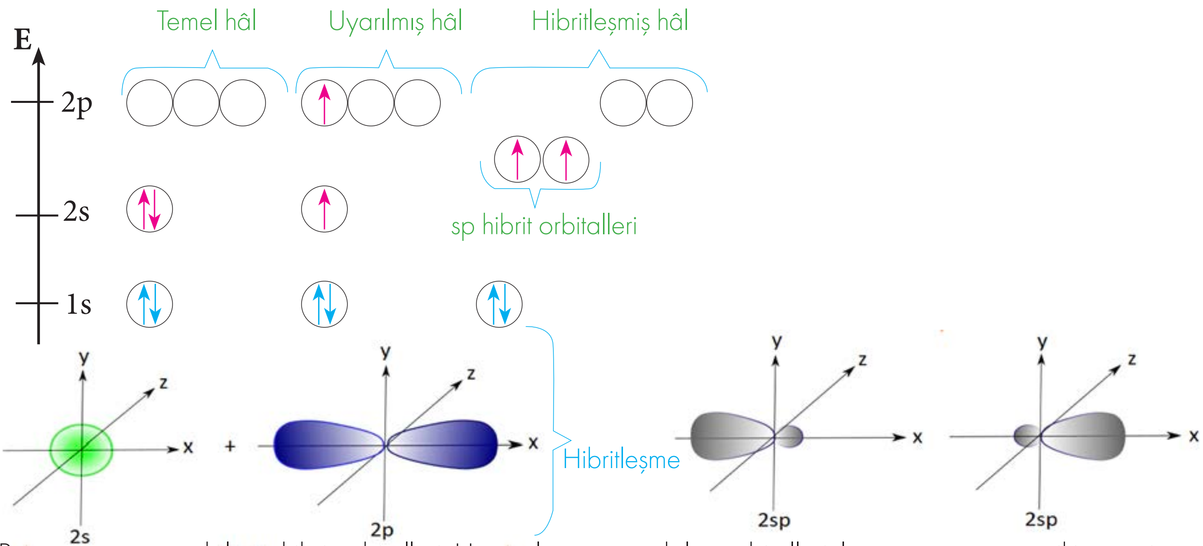
Atom numarası 4 olan Be atomunun temel hâldeki elektron dizilimi ve orbital şeması şu şekildedir:

$_4Be$: $1s^2$ $2s^2$

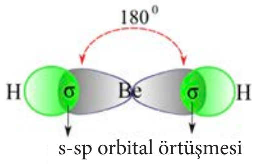


Be atomunun iki tane kovalent bağ yapabilmesi için iki tane yarı dolu orbitale sahip olması gerekir. Be ve H atomları bağ yapmak üzere birbirine yaklaştığında Be atomunun 2s orbitalindeki elektronlardan biri boş olan 2p orbitallerinden birine geçer (uyarılmış hâl). 2s orbitali ve elektronun geçtiği 2p orbitali kaynaşarak %50 s, %50 p karakteri taşıyan iki tane yarı dolu sp hibrit orbitali oluşturur.

Birbirine özdeş sp hibrit orbitallerinin enerji düzeyi, hibritleşme yapan Be atomunun elektron dizilimi ve orbital şeması şu şekildedir:



Be atomunun yarı dolu sp hibrit orbitalleri, H atomlarının yarı dolu s orbitalleriyle uç uca örtüşür ve iki tane sigma bağı oluşur. Sigma bağlarında yer alan ortaklanmış elektron çiftleri arasındaki itmenin en az, mesafenin en fazla olması için elektron çiftleri arasındaki açı 180^{0} olur. Bu nedenle BeH_2 molekülünün geometrik şekli doğrusaldır.

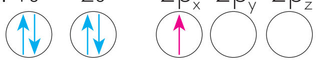


BeH_2 molekülünün Lewis gösterimi **H:Be:H** şeklindedir. Molekülde merkez atom olan Be ortaklanmamış elektron çifti içermez. Be atomuna bağlı iki tane H atomu vardır. Dolayısıyla BeH_2 molekülünün VSEPR gösterimi AX_2 şeklindedir. Bağ elektronları molekülde simetrik bir dağılım gösterdiği için molekül apolar yapıdadır. BeH_2 molekülünde Be atomu oktet kuralına uymaz.

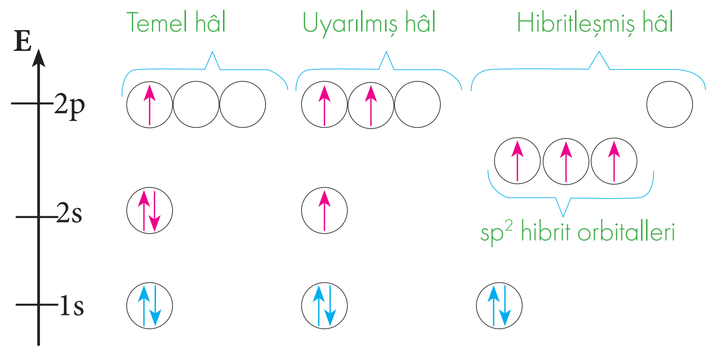
BH_3 Molekülünün Oluşumu

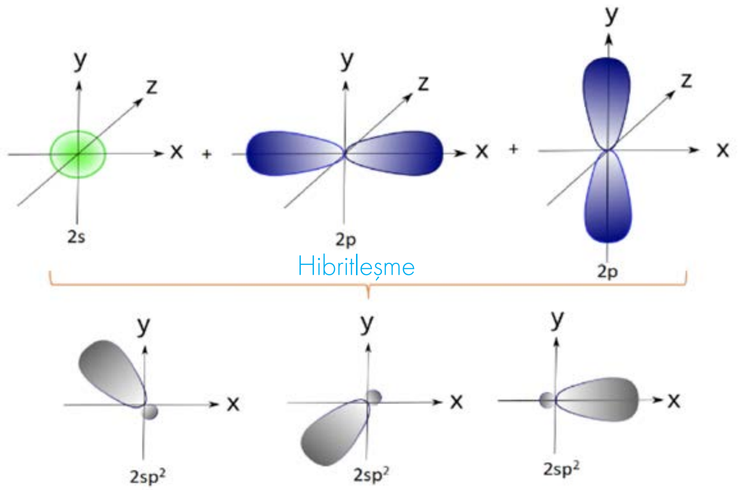
Atom numarası 5 olan B atomunun temel hâldeki elektron dizilimi ve orbital şeması şu şekildedir:

${}_5B$: $1s^2$ $2s^2$ $2p_x^1$ $2p_y^0$ $2p_z^0$

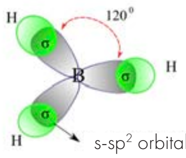


B atomunun üç tane kovalent bağ yapabilmesi için üç tane yarı dolu orbitale sahip olması gerekir. B ve H atomları bağ yapmak üzere birbirine yaklaştığında B atomunun 2s orbitalindeki elektronlardan biri, boş olan 2p orbitallerinden birine geçer. Yarı dolu 2s orbitali ve iki tane yarı dolu 2p orbitali kaynaşarak %33,3 s, %66,6 p karakteri taşıyan üç tane yarı dolu sp^2 hibrit orbitali oluşturur. Birbirine özdeş sp^2 hibrit orbitallerinin enerji düzeyi ile hibritleşme yapan B atomunun elektron dizilimi ve orbital şeması şu şekildedir:





B atomunun yarı dolu sp^2 hibrit orbitalleri, H atomlarının yarı dolu s orbitalleriyle uç uca örtüşür. Böylece üç tane sigma bağı oluşur. Sigma bağlarında yer alan ortaklanmış elektron çiftleri arasındaki itmenin en az, mesafenin en fazla olması için elektron çiftleri arasındaki açı 120° olur. Bu nedenle BH_3 molekülünün geometrik şekli düzlem üçgendir.



s-sp² orbital örtüşmesi

BH_3 molekülünün Lewis gösterimi H : B : H şeklindedir.
                                                    ¨
                                                    H

Molekülde merkez atom olan B, ortaklanmamış elektron çifti içermez. B atomuna bağlı üç tane H atomu vardır. Dolayısıyla BH_3 molekülünün VSEPR gösterimi AX_3 şeklindedir. Bağ açıları dikkate alındığında bağı oluşturan elektronlar molekülde simetrik bir dağılım gösterdiği için molekül apolar özelliktedir. BH_3 molekülündeki B atomu oktet kuralına uymaz.

CH_4 Molekülünün Oluşumu

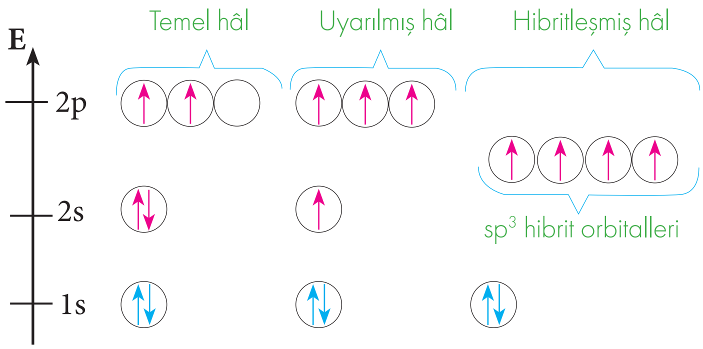
Atom numarası 6 olan C atomunun temel hâldeki elektron dizilimi ve orbital şeması şu şekildedir:

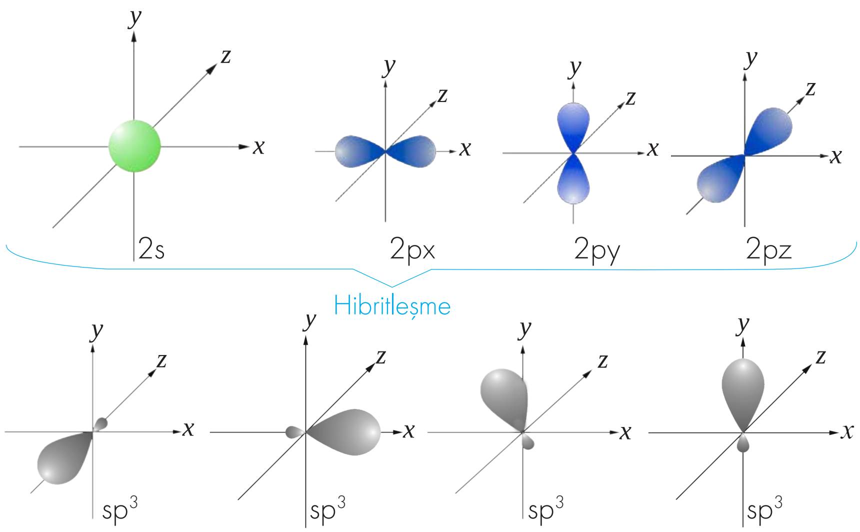
$_6C$: $1s^2$ $2s^2$ $2p_x^1$ $2p_y^1$ $2p_z^0$



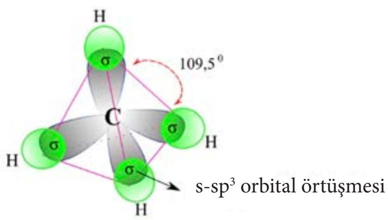
C atomunun dört tane kovalent bağ yapabilmesi için dört tane yarı dolu orbitale sahip olması gerekir. C ve H atomları bağ yapmak üzere birbirine yaklaştığında C atomunun 2s orbitalindeki elektronlardan biri boş olan 2p orbitaline geçer. Yarı dolu 2s orbitali ve üç tane yarı dolu 2p orbitali kaynaşarak %25 s, %75 p karakteri taşıyan dört tane yarı dolu sp^3 hibrit orbitali oluşturur.

Birbirine özdeş sp^3 hibrit orbitallerinin enerji düzeyi ile hibritleşme yapan C atomunun elektron dizilimi ve orbital şeması şu şekildedir:





C atomunun yarı dolu sp^3 hibrit orbitalleri H atomlarının yarı dolu s orbitalleriyle uç uca örtüşür. Böylece dört tane sigma bağı oluşur. Sigma bağlarında yer alan ortaklanmış elektron çiftleri arasındaki itmenin en az, mesafenin en fazla olması için elektron çiftleri arasındaki açı 109,5° olur. Bu nedenle CH_4 molekülünün geometrik şekli düzgün dört yüzlüdür (tetrahedral).



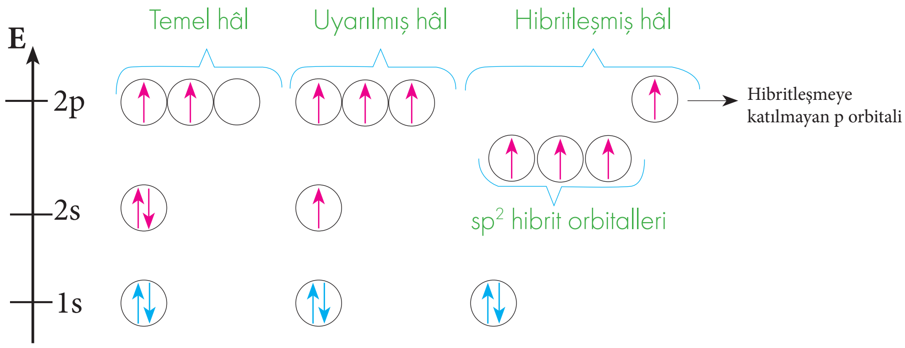
CH_4 molekülünün Lewis gösterimi

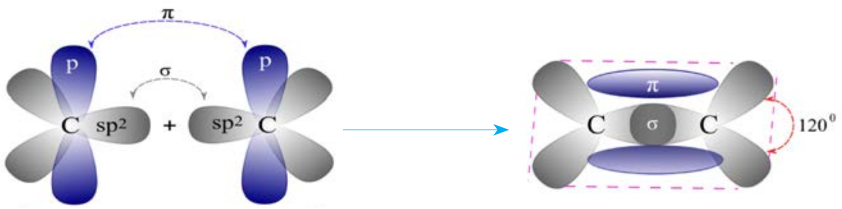
$$\begin{array}{c} H \\ \cdot\cdot \\ H:\!C\!:H \\ \cdot\cdot \\ H \end{array}$$

şeklindedir. Molekülde merkez atom olan C, ortaklanmamış elektron çifti içermez. C atomuna bağlı dört tane H atomu vardır. Dolayısıyla CH_4 molekülünün VSEPR gösterimi AX_4 şeklindedir. CH_4 bileşiğini oluşturan C—H bağları polardır fakat bağ elektronları simetrik dağıldığı için molekül apolardır.

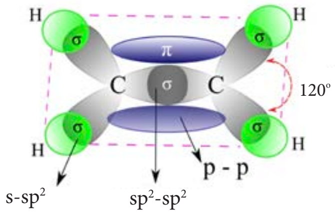
C_2H_4 Molekülünün Oluşumu

C atomu, sp^3 hibritleşmesi yaparak dört tane tek bağ oluşturduğu gibi sp^2 hibritleşmesi yaparak bir tane ikili bağ ve iki tane tek bağ oluşturur. Uyarılmış hâldeki C atomu sp^2 hibritleşmesi yaptığında oluşan sp^2 hibrit orbitalleri, aralarındaki açı 120° olacak şekilde düzlem üçgenin köşelerine yönlenir. Hibritleşmeye katılmayan yarı dolu p orbitali ise düzlem üçgene dik konumda yer alır.





C atomlarının yarı dolu sp^2 hibrit orbitallerinden birer tanesinin uç uca örtüşmesi sonucunda C atomları arasında sigma bağı oluşur. Sigma bağına dik konumdaki hibritleşmeye katılmayan yarı dolu p orbitalleri yan yana örtüşerek C atomları arasında pi bağı oluşturur. C atomlarının diğer sp^2 hibrit orbitalleri de H atomlarının yarı dolu s orbitalleri ile uç uca örtüşerek ikişer tane daha sigma bağı oluşturur.



C_2H_4 molekülünün Lewis gösterimi H:C̈::C̈:H (her C atomunun üstünde birer H) şeklindedir.

Birden fazla merkez atomu olan moleküllerde her merkez etrafındaki geometri ayrı ayrı ifade edilir. C_2H_4 molekülü aynı düzlemdeki iki üçgensel bölgenin birleşiminden oluşur. Her C atomuna bağlı üç atom vardır. Dolayısıyla C_2H_4 molekülündeki her C merkezi için VSEPR gösterimi AX_3 şeklindedir. C_2H_4 molekülünde bağ elektronları simetrik dağıldığı için molekül apolardır.

Çözümlü Soru

X_2H_2 molekülü 3 sigma, 2 pi bağı içerdiğine göre X_2H_4 ve X_2H_6 moleküllerinin

a) Bağ türü ve sayılarını belirtiniz.

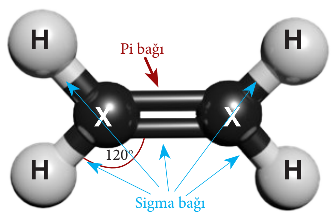
b) Bağ açılarını karşılaştırınız.

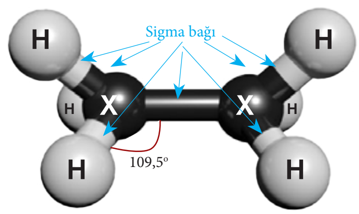
($_1$H)

Çözüm

a) X_2H_4 molekülü 5 sigma, 1 pi bağı; X_2H_6 molekülü 7 sigma bağı içerir.

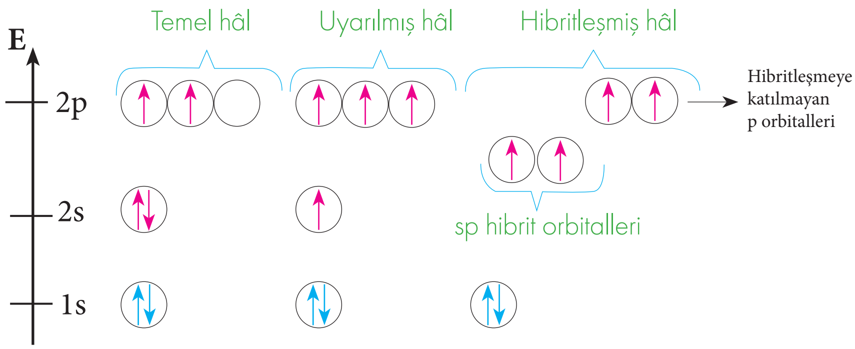
b) X_2H_4 molekünde 120° olan açı X_2H_6 molekülünde 109,5° dir.

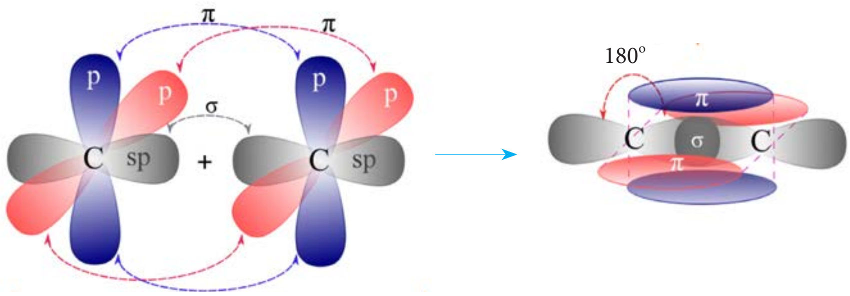




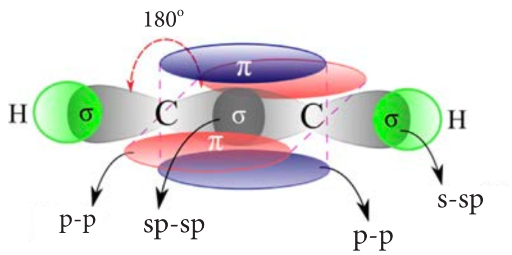
C_2H_2 Molekülünün Oluşumu

Uyarılmış hâldeki C atomu sp hibritleşmesi de yapabilir. Bu durumda oluşan sp hibrit orbitalleri, aralarındaki açı 180° olacak şekilde doğrusal biçimde yönlenir. Hibritleşmeye katılmayan yarı dolu p orbitalleri ise sp hibrit orbitallerine ve birbirlerine dik konumda yer alır.





C atomlarının yarı dolu sp hibrit orbitallerinden birer tanesinin uç uca örtüşmesi ile C atomları arasında sigma bağı oluşur. Sigma bağına ve birbirlerine dik konumda bulunan diğer yarı dolu p orbitalleri yan yana örtüşerek C atomları arasında iki tane pi bağı meydana getirir. C atomlarının diğer sp hibrit orbitalleri de H atomlarının yarı dolu s orbitalleri ile uç uca örtüşerek birer tane daha sigma bağı oluşturur.



C_2H_2 molekülünün Lewis gösterimi **H : C ⁝⁝ C : H** şeklindedir ve geometrik şekli doğrusaldır. Merkez atom olan hiçbir C, ortaklanmamış elektron çifti içermez. Her C atomuna bağlı iki atom vardır. Dolayısıyla C_2H_2 molekülündeki her merkez C atomu için VSEPR gösterimi AX_2 şeklindedir. C_2H_2 molekülünde bağ elektronları simetrik dağıldığı için molekül apolardır.

Çözümlü Soru

Bileşik	Kısaltılmış Yapı Formülü
a	$HC \equiv CH$
b	$H_2C = CH_2$
c	$H_3C - CH_3$

Yukarıda kısaltılmış yapı formülü verilen bileşik moleküllerinin C atomları arasındaki kovalent bağlar için

I. Bağ enerjisi: a > b > c
II. Bağ uzunluğu: c > b > a
III. Sigma bağı sayısı: a = b = c

karşılaştırmalarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

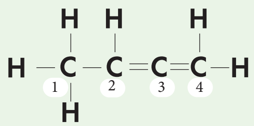
Çözüm

Atomlar arasındaki bağ sayısı arttıkça, bağın enerjisi artıp uzunluğu azalacağından

- Bağ enerjisi, üçlü bağ > çift bağ > tek bağ şeklindedir.
- Bağ uzunluğu, tek bağ > çift bağ > üçlü bağ şeklindedir.
- Üç molekülde de C atomları arasında bir tane sigma bağı vardır.

Cevap: E

Çözümlü Soru

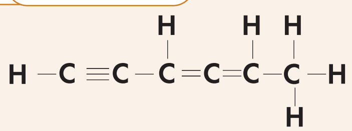


Yukarıda açık formülü verilen bileşik molekülündeki numaralanmış C atomlarının hibritleşme türlerini belirtiniz.

Çözüm

- Dört tek bağ yapan 1 numaralı C atomu sp^3,
- İki tek, bir çift bağ yapan 2 ve 4 numaralı C atomları sp^2,
- İki çift bağ yapan 3 numaralı C atomu sp hibritleşmesi yapmıştır.

Sıra Sizde

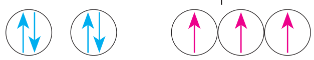


Yukarıda açık formülü verilen bileşik molekülünde sp, sp^2 ve sp^3 hibritleşmesi yapan karbon atomlarının sayılarını belirtiniz.

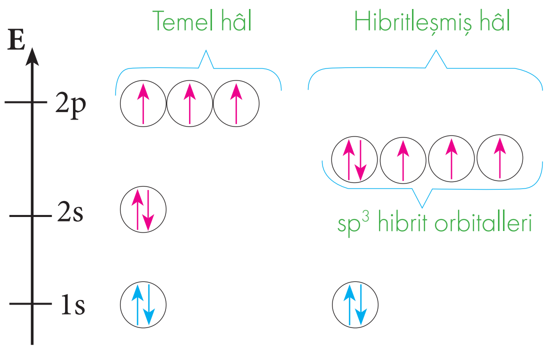
NH_3 Molekülünün Oluşumu

Atom numarası 7 olan N atomunun temel hâldeki elektron dizilimi ve orbital şeması şu şekildedir:

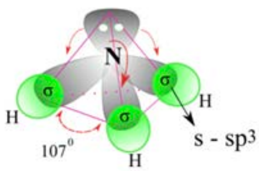
$_7N$: $1s^2$ $2s^2$ $2p^3$



N atomu, bu elektron yapısındayken üç tane yarı dolu orbitale sahip olduğu için üç tane kovalent bağ yapabilir ancak N atomu yarı dolu p orbitalleri ile kovalent bağ yapsaydı birbirine dik konumdaki p orbitallerinden dolayı H—N—H bağ açısının 90^o olması gerekirdi. Oysa deneysel ölçümlerde H—N—H bağ açısı 107^o dir. Bu durum, N ve H atomları bağ yapmak üzere birbirine yaklaştığında N atomunun sp^3 hibritleşmesi yapmasıyla açıklanır. Birbirine özdeş sp^3 hibrit orbitallerinin enerji düzeyi ile hibritleşme yapan N atomunun elektron dizilimi ve orbital şeması şu şekildedir:



N atomunun yarı dolu sp^3 hibrit orbitalleri, H atomlarının yarı dolu s orbitalleriyle uç uca örtüşür. Böylece üç tane sigma bağı oluşur. Bağ yapımına katılmayan tam dolu sp^3 hibrit orbitalindeki ortaklanmamış elektron çifti, uzay boşluğunda daha geniş bir hacme yayılır. Bu nedenle düzgün dört yüzlüde $109,5^o$ olan bağ açısı NH_3 molekülünde 107^oye düşer. NH_3 molekülünün geometrik şekli üçgen piramittir.



NH_3 molekülünün Lewis gösterimi  şeklindedir. Merkez atom olan N, bir çift ortaklanmamış elektron içerir. N atomuna bağlı üç tane H atomu vardır. Dolayısıyla NH_3 molekülünün VSEPR gösterimi AX_3E şeklindedir. N atomundaki ortaklanmamış elektron çiftinin moleküldeki bağları itmesi nedeniyle elektronlar molekülde asimetrik bir dağılım gösterir. Bu da moleküle polar özellik kazandırır.

Çözümlü Soru

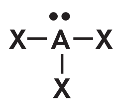
VSEPR gösterimi AX_3E olan bileşik molekülü için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Molekül polardır.
B) Toplam dört tane atom içerir.
C) Ortaklanmış elektron sayısı üçtür.
D) Molekül geometrisi üçgen piramittir.
E) Merkez atomun hibritleşme türü sp^3 tür.

Çözüm

Molekül üç tane kovalent bağ (3 çift = 6 tane ortaklanmış elektron) içerir.

Cevap: C



Sıra Sizde

Bileşik	Moleküllerinin VSEPR Gösterimi
a	AX_2
b	AX_4
c	AX_3E

Yukarıda VSEPR gösterimi verilen a, b ve c bileşik moleküllerindeki kovalent bağ sayılarını karşılaştırınız.

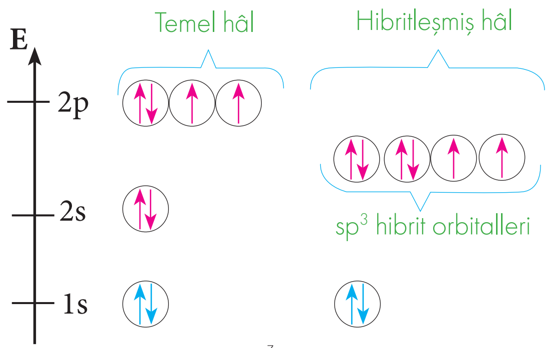
H_2O Molekülünün Oluşumu

Atom numarası 8 olan O atomunun temel hâldeki elektron dizilimi ve orbital şeması şu şekildedir:

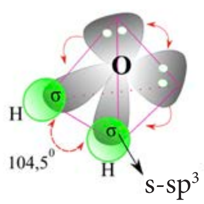
$_8O$: $1s^2$ $2s^2$ $2p^4$



O atomu, bu elektron yapısındayken iki tane yarı dolu orbitale sahip olduğu için iki tane kovalent bağ yapabilir ancak O atomu yarı dolu p orbitalleri ile kovalent bağ yapsaydı birbirine dik konumdaki p orbitallerinden dolayı H—O—H bağ açısının 90^0 olması gerekirdi. Oysa deneysel ölçümlerde H—O—H bağ açısı $104,5^0$dir. Bu durum, O ve H atomları bağ yapmak üzere birbirine yaklaştığında O atomunun sp^3 hibritleşmesi yapmasıyla açıklanır. Birbirine özdeş sp^3 hibrit orbitallerinin enerji düzeyi ile hibritleşme yapan O atomunun elektron dizilimi ve orbital şeması şu şekildedir:



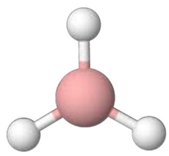
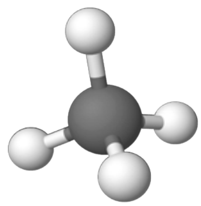
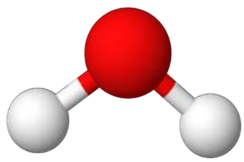
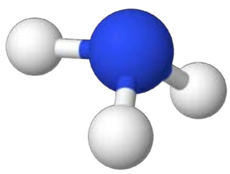
O atomunun yarı dolu sp^3 hibrit orbitalleri, H atomlarının yarı dolu s orbitalleriyle uç uca örtüşür. Böylece iki tane sigma bağı oluşur. Bağ yapımına katılmayan tam dolu sp^3 hibrit orbitallerindeki ortaklanmamış elektron çiftleri, uzay boşluğunda daha geniş bir hacme yayılır. Bu nedenle düzgün dört yüzlüde $109,5^\circ$ olan bağ açısı H_2O molekülünde $104,5^\circ$ye düşer. H_2O molekülünün geometrik şekli kırık doğrudur (açısal).



H_2O molekülünün Lewis gösterimi  şeklindedir. Merkez atom olan O, iki çift ortaklanmamış elektron içerir. O atomuna bağlı iki tane H atomu vardır. Dolayısıyla H_2O molekülünün VSEPR gösterimi AX_2E_2 şeklindedir. O atomundaki ortaklanmamış elektron çiftlerinin moleküldeki bağları itmesinden dolayı elektronlar, molekülde asimetrik bir dağılım gösterir. Bu da moleküle polar özellik kazandırır.

Aşağıda 2. periyottaki bazı elementlerin hidrojenle oluşturduğu moleküllerin VSEPR gösterimleri, hibritleşme türleri ve molekül geometrileri verilmiştir (Tablo 2.4).

Tablo 2.4: Bazı Elementlerin Hidrojenle Oluşturduğu Moleküllerin VSEPR Gösterimleri

Molekül	VSEPR Gösterimi	Merkez Atomun Hibrit Türü	Molekül Geometrisi	Bağ Açısı	Top Çubuk Modeli	Molekül Polaritesi
BeH_2	AX_2	sp	Doğrusal	180°		Apolar
BH_3	AX_3	sp^2	Düzlem üçgen	120°		Apolar
CH_4	AX_4	sp^3	Düzgün dört yüzlü	109,5°		Apolar
H_2O	AX_2E_2	sp^3	Kırık doğru	104,5°		Polar
NH_3	AX_3E	sp^3	Üçgen piramit	107°		Polar

Çeşitli molekül modelleri oluşturmak için akıllı cihazınıza karekodu okutunuz.

Çözümlü Soru

Molekül Formülü	Molekül Polarlığı
XH_2	Apolar
H_2Y	Polar

Periyodik tablonun 2. periyodundaki X ve Y elementleri, $_1H$ elementiyle XH_2 ve H_2Y bileşiklerini oluşturmaktadır.

Bu bileşiklerin molekül polarlıklarının farklı olmasını açıklamak için

I. X atomunun sp, Y atomunun sp^3 hibritleşmesi yapması,

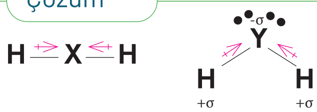
II. XH_2 molekülünün doğrusal, H_2Y molekülünün açısal geometriye sahip olması,

III. X atomunun değerlik elektron sayısının Y atomunun oktet açığına eşit olması

özelliklerinden hangileri tek başına kullanılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

Çözüm



I. X atomu sp, Y atomu sp^3 hibritleşmesi yapmıştır.

II. XH_2 molekülü doğrusal, H_2Y molekülü açısal bir yapıya sahiptir.

III. X atomu 2A, Y atomu 6A grubunda olduğundan X atomunun değerlik elektronu sayısı (2) Y atomunun oktet açığına eşittir.

Cevap: E

Sıra Sizde

$_1H$, $_4X$ ve $_8Y$ elementlerinden oluşan XH_2 ve H_2Y bileşik moleküllerinin

a) Kovalent bağ sayılarını karşılaştırınız.

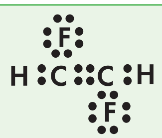
b) Geometrik şekillerini yazınız.

c) Polar ya da apolar olduğunu belirtiniz.

Anahtar Bilgi

Merkez atomlara H yerine 1 kovalent bağ yapabilen F, Cl, Br ve I gibi halojen atomları da bağlanabilir.

Çözümlü Soru



$C_2H_2F_2$ molekülünün Lewis elektron nokta yapı formülü yukarıdaki gibidir.

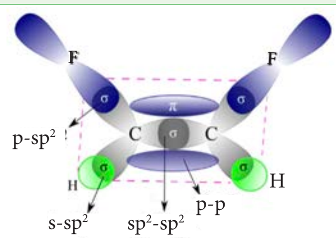
Buna göre $C_2H_2F_2$ molekülünün oluşumunda hangi orbital örtüşmesi <u>gerçekleşmez</u>?

A) s-p B) p-p C) $s\text{-}sp^2$ D) $p\text{-}sp^2$ E) $sp^2\text{-}sp^2$

Çözüm

$C_2H_2F_2$ molekülünün oluşumunda s-p orbital örtüşmesi gerçekleşmez.

Cevap: A



2. ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1-10. cümlelerin doğru ya da yanlış olduğunu belirterek cevabınızın gerekçesini yazınız.

1. Tencere, tava gibi mutfak gereçlerinin yapımında kullanılan teflon anorganik bir bileşiktir.

( ) Gerekçe:

2. Bir bileşiğin sadece basit formülüne bakılarak kütlece yüzde bileşimi bulunabilir.

( ) Gerekçe:

3. Karbon elementi içeren tüm bileşikler organiktir.

( ) Gerekçe:

4. Sigma bağlarını kırmak için gerekli olan enerji, pi bağlarını kırmak için gerekli olan enerjiden daha fazladır.

( ) Gerekçe:

5. NH_3 molekülündeki N-H bağları, sp^3-s örtüşmesi ile oluşur.

( ) Gerekçe:

6. Molekül şekli kırık doğru olan bir molekülün, bağ yapımına katılmayan iki çift değerlik elektronu vardır.

( ) Gerekçe:

7. Elmas ve grafiti oluşturan karbon atomları arasındaki bağ yapısı farklı olduğu için bu iki elementin tüm kimyasal özellikleri farklıdır.

( ) Gerekçe:

8. Merkez atomu sp^3 hibritleşmesi yapan bütün moleküllerin VSEPR gösterimi AX_4 şeklindedir.

( ) Gerekçe:

9. Bağ açısı 180° olan üç atomlu bir molekül her zaman apolardır.

( ) Gerekçe:

10. Kovalent bağı meydana getiren elektron çiftine bağlayıcı elektron çifti denir.

( ) Gerekçe:

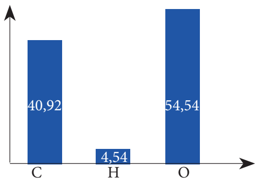
11-20. soruların cevaplarını boş bırakılan alanlara yazınız.

11. Tablodaki maddelerin organik mi, anorganik mi olduğunu belirtiniz.

Madde	Organik/Anorganik	Madde	Organik/Anorganik
Tuz		Plastik	
Şeker		Mum	
Elmas		Sud kostik	
Çelik		Petrol	

12. Aşağıdaki moleküllerin sigma ve pi bağı sayılarını bulunuz.

Molekül	Sigma Bağı	Pi Bağı
$CH_3CH_2CCCH_2CH_3$		
$CHCCHCHCH_3$		
CH_3CH_2COOH		

13. 

Yandaki grafik, organik bir bileşiğin analizinde bulunan element türünü ve 100 gramındaki element miktarlarını göstermektedir.

a) Mol kütlesi 88 gram olan bu bileşiğin basit ve molekül formülünü bulunuz.

b) Basit ve molekül formülünün kütlece yüzde bileşimini karşılaştırınız.

(C = 12 g/mol, H = 1g/mol, O = 16 g/mol)

14. Sınıfınızda, odanızda ve üzerinizde bulunan organik ve inorganik bileşiklere üçer örnek yazınız. Hangi nedenle bu sınıflandırmayı yaptığınızı açıklayınız.

15. Kimyasal bağların oluşumunda değerlik elektronlarının niçin en önemli rolü oynadığını açıklayınız.

16. Yapılan analiz sonucunda bir bileşiğin kütlece %52,2 C, %13,1 H, %34,7 O atomu içerdiği tespit edilmiştir.
Mol kütlesi 46 gram olan bu bileşiğin basit ve molekül formülünü bulunuz.
Bu molekül formülü için iki farklı atom düzenlemesi mümkün olduğuna göre her iki durum için Lewis formülünü çiziniz.
(C = 12 g/mol, H = 1 g/mol, O = 16 g/mol)

17. C_2H_6, C_2H_4 ve C_2H_2 molekülleri ile ilgili aşağıdaki tabloyu uygun şekilde doldurunuz.

	Bağlayıcı Elektron Sayısı	Bağ Açısı	C Atomlarının Hibritleşme Türü	C Atomları Arasındaki Bağ Uzunluğu
C_2H_6				
C_2H_4				
C_2H_2				

18. NH_3, H_2O, CO_2, BH_3, BeH_2 moleküllerinden,

a) Hangilerinin bağları polar, kendisi apolardır?

b) Hangilerinin merkez atomu sp^2 hibritleşmesi yapar?

c) Hangilerinin bağ açısı 180^odir?

ç) Hangilerinin atom sayısı aynı olmasına rağmen molekül şekli farklıdır? Neden?

d) Hangileri sp^3-s orbitallerinin örtüşmesi ile oluşan sigma bağı içerir?

($_1H$, $_4Be$, $_5B$, $_6C$, $_8O$, $_7N$)

19. 6 tane C atomu ve yeteri kadar H atomu kullanarak 2 tane sp^3, 2 tane sp^2, 2 tane sp hibritleşmesi yapan C atomunun bulunduğu bir molekül çiziniz. Molekülün kapalı formülünü yazınız. ($_1H$, $_6C$)

20. NH_3, CH_4 ve H_2O molekülleri ile ilgili aşağıdaki noktalı yerleri doldurunuz. ($_7N$, $_1H$, $_6C$, $_8O$)

a) Merkez atomunun hibritleşme türü aynı olanlar: ....

b) Molekül geometrisi farklı olanlar: ....

c) Aynı tür orbital örtüşmesi ile bağ yapanlar: ....

ç) Merkez atomunun ortaklanmamış elektron çifti olanlar: ....

d) VSEPR gösterimi farklı olanlar: ....

21-64. sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz.

21. Aşağıda şeker ve tuz bileşikleriyle ilgili verilen özelliklerden hangisi yanlıştır?

	Şeker	Tuz
A)	Kovalent bağ içerir.	İyonik bağ içerir.
B)	Tepkimeleri yavaştır.	Tepkimeleri hızlıdır.
C)	Ana kaynağı canlılardır.	Ana kaynağı doğadaki minerallerdir.
D)	Sulu çözeltisi elektrolit özellik gösterir.	Sulu çözeltisi elektrolit özellik gösterir.
E)	Ametal atomlarından oluşur.	Metal ve ametal atomlarından oluşur.

22. Organik bir bileşiğin basit formülü CH_2O olduğuna göre bu bileşikle ilgili aşağıdakilerden hangisine ulaşılabilir? ($N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$)

A) 1 mol bileşikteki atom sayısına

B) Bileşiğin kütlece yüzde bileşimine

C) 1 molünün içerdiği molekül sayısına

D) 1 molünün kütlesine

E) Normal koşullarda 1 molünün hacmine

23. C atomlarının uzayda farklı dizilimi ile elmas ve grafit allotropları oluşur. Allotropların kimyasal özelliklerinin bazıları, fiziksel özelliklerinin tamamı birbirinden farklıdır. **Eşit kütlelerdeki elmas ve grafit için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?**

A) Erime sıcaklıkları aynıdır.

B) Elektriksel iletkenlikleri aynıdır.

C) İçerdikleri C atomu sayısı aynıdır.

D) O_2 ile oluşturdukları bileşiklerin formülleri farklıdır.

E) Kütle numaraları farklıdır.

24. Aşağıdakilerden hangisi fulleren için doğru, elmas için yanlıştır?

A) Karbonun doğal allotropudur.

B) Yapısındaki C atomları düzgün dört yüzlü bir yapı oluşturur.

C) Bilinen en sert maddedir.

D) Beşgen, altıgen, yedigen C halkalarından oluşur.

E) Elektriği iletmez.

25. Aşağıdaki tabloda bazı bileşiklerin adları ve özellikleri verilmiştir.

Bileşik Adı	Bileşiğin Özelliği
1. Sirke	Kendine has kokusu vardır.
2. Etil alkol	İyonik yapılı bir bileşiktir.
3. Sud kostik	Suda iyi çözünür.
4. Yemek tuzu	Ana kaynağı canlılardır.
5. Formik asit	Erime noktası düşüktür.

Buna göre hangi iki bileşiğin yeri değiştirildiğinde bilgiler doğru olur?

A) 1-5 B) 2-4 C) 2-5 D) 3-4 E) 4-5

26. H_2O (1) CO_2 (2) $C_6H_{12}O_6$ (3) $CaCO_3$ (4) CH_3COOH (5)

Bu bileşiklerle ilgili

I. Sadece 3 numaralı bileşik organiktir.

II. 1 numaralı bileşik karbon içermemesine rağmen organiktir.

III. 3 ve 5 numaralı bileşiklerin basit formülü CH_2O şeklindedir.

IV. 1, 2 ve 4 numaralı bileşiklerin ana kaynağı canlılardır.

V. 3 ve 5 numaralı bileşikler kovalent yapılıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve III B) III ve V C) II, IV ve V D) I, III, IV ve V E) I, II, III, IV ve V

27. Aşağıda molekül formülü verilen bileşiklerden hangisi organik değildir?

A) CCl_4 B) C_2H_5OH C) C_4H_8 D) CO_2 E) $C_6H_{12}O_6$

28. 0,2 mol C_nH_{2n+2} bileşiği tamamen yandığında 44 gram CO_2 gazı açığa çıkmaktadır.

Buna göre

I. Bileşiğin molekül formülü C_5H_{12} şeklindedir.

II. Bileşiğin bir molünde 17 tane atom vardır.

III. Açığa çıkan CO_2 ve H_2O bileşiklerinin mol sayıları eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?
(C = 12 g/mol, O = 16 g/mol)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

29. Fulleren ile ilgili

I. Sadece altıgen halkalardan oluşur.

II. Kurşun kalem uçlarında kullanılır.

III. Top, tüp, halka ve çubuk şeklinde sınıflandırılır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

30. C_2H_2 molekülü ile ilgili
I. 4 sigma, 1 pi bağı içerir.
II. C ve H atomları arasındaki sigma bağı sp-s orbitallerinin örtüşmesiyle oluşur.
III. Pi bağları sp-sp hibrit orbitallerinin örtüşmesi ile oluşur.
yargılarından hangileri yanlıştır? ($_1$H, $_6$C)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

31. Yapısında sadece C ve H içeren bir bileşiğin 0,1 molü tamamen yakıldığında normal koşullarda 6,72 litre CO_2 gazı ve 7,2 gram H_2O oluşuyor.
Buna göre bileşiğin molekül formülü aşağıdakilerden hangisidir? (H = 1 g/mol, O = 16 g/mol)

A) CH_4 B) C_2H_6 C) C_3H_4
D) C_3H_8 E) C_5H_{10}

32. Organik bir bileşik yandığında CO_2 ve H_2O oluşuyorsa bu organik bileşiğin yapısında aşağıdaki elementlerden hangileri kesin olarak vardır?

A) Yalnız C B) C ve H C) O ve H
D) C ve O E) C, H ve O

33. a) CH_3COOH
b) H_3C-CH_2-OH
c) $H_3C-C(=O)-CH_3$
ç) $HC(OH)=CH(OH)$
d) $H_3C-O-CH_2-CH_3$
Bu bileşiklerden hangi ikisinin basit formülü aynıdır?

A) a-b B) a-ç C) b-d
D) c-d E) c-ç

34. I. C_5H_{10}
II. C_4H_6
III. C_2H_6O
IV. CH_4
V. $C_3H_6O_2$
Yukarıda molekül formülü verilen bileşiklerden kaç tanesinin basit ve molekül formülü aynıdır?

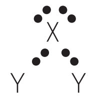
A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

35. Aşağıdakilerden hangisinde bileşik molekülünün VSEPR gösterimi yanlış verilmiştir? ($_1$H, $_6$C, $_7$N, $_8$O)

Bileşik	VSEPR Gösterimi
A) NH_3	AX_3E
B) H_2O	AX_2E_2
C) CH_2O	AX_3E
D) HCN	AX_2
E) CH_4	AX_4

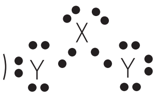
36. X elementinin atom numarası neonun atom numarasından 2 eksiktir. Y elementinin atom numarası ise neonun atom numarasından 1 eksiktir.
Buna göre X ve Y arasında oluşan bileşiğin Lewis yapısı aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir? ($_{10}$Ne)

A) Y : X : Y

B) 

C) Y : X : X : Y

D) 

E) 

37. Atom numarası 1 olan H atomu;
- X atomu ile düzgün dört yüzlü XH_4 molekülünü,
- Y atomu ile üçgen piramit YH_3 molekülünü,
- Z molekülü ile doğrusal ZH_2 molekülünü oluşturmaktadır.

Buna göre X, Y ve Z'nin atom numaraları aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

	X	Y	Z
A)	4	5	6
B)	5	6	8
C)	6	5	8
D)	6	7	4
E)	6	7	8

38. NH_3 molekülünde bağ yapımına katılmayan bir çift değerlik elektronu aşağıdakilerden hangisini etkilemez? ($_1$H, $_7$N)

A) Molekül geometrisini
B) Bağ açısını
C) Molekül polarlığını
D) Bağ polarlığını
E) VSEPR gösterimini

39. **Aşağıda BeH_2 ve H_2S molekülleri ile ilgili verilen özelliklerden hangisi her iki molekül için de aynıdır?** ($_1H$, $_4Be$, $_{16}S$)

A) Bağ açısı

B) Molekül geometrisi

C) Ortaklanmamış elektron çifti sayısı

D) Bağlayıcı elektron çifti sayısı

E) Sudaki çözünürlük

40. Öğretmen, sınıfta karbonun allotroplarından biri olan elmasla ilgili beyin fırtınası yapmaktadır.
Buna göre hangi öğrencinin verdiği bilgi yanlıştır?

A) Utku: C atomları düzgün dört yüzlü yapı oluşturur.

B) Zeynep: Elektrolizde elektrot olarak kullanılır.

C) Defne: Cam kesmede kullanılır.

D) Ada: Sadece sigma bağı içerir.

E) Uras: Bir C atomu, dört C atomuna bağlıdır.

41. "Allotrop, ---- olarak tanımlanır." **cümlesinde boş bırakılan yere aşağıdakilerden hangisi getirilmelidir?**

A) iki farklı elementin farklı formları

B) farklı elementlerin benzer formları

C) saf bir elementin farklı formları

D) aynı elementin nötron sayısı farklı atomları

E) farklı elementlerin nötron sayısı aynı atomları

42. **Karbon atomunun hibritleşme türü aşağıdakilerin hangisinde farklıdır?** ($_1H$, $_6C$, $_7N$, $_8O$, $_{16}S$, $_{17}Cl$)

A) CO_2

B) HCN

C) C_2H_2

D) CS_2

E) CCl_4

43. Oda sıcaklığında bulunan bir elmasa dokunulduğunda elmas çok soğuk hissedilir.
Bu olayın nedeni elmasın aşağıda verilen özelliklerinden hangisidir?

A) Oldukça sert olması

B) Elektriği iletmemesi

C) İyi bir ısı iletkeni olması

D) Erime sıcaklığının yüksek olması

E) Işığı iyi yansıtması

44. BH_3 ve NH_3 bileşiklerinin kaynama sıcaklıkları sırası ile -92 °C ve -33,34 °C olarak verilmiştir.
Buna göre bileşiklerin kaynama sıcaklıkları arasındaki farkın nedeni aşağıdakilerden hangisi olabilir?

A) Bor atomunun yarı metal, azot atomunun ametal olması

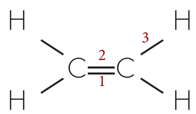
B) Bor atomunun elektronegatifliğinin daha büyük olması

C) N—H bağının B—H bağından daha güçlü olması

D) Azot atomunun ortaklanmamış elektron çiftinin bulunması

E) Azot atomunun sp^3, bor atomunun sp^2 hibritleşmesi yapması

45.



Bu molekülde yer alan 1, 2 ve 3 numaralı bağların türü ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

A) 1 ilk kurulan bağ ise 2 sigma bağıdır.

B) 2 ilk kurulan bağ ise 1 daha sağlamdır.

C) 3 sigma bağı ise 1 ve 2 pi bağıdır.

D) 1 ilk kurulan bağ ise 3 ile türü aynıdır.

E) 1 ilk kurulan bağ ise 2 ve 3 aynı bağdır.

46. **VSEPR gösterimi AX_3E olan bir molekülle ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisine ulaşılabileceği kesin değildir?**

A) Molekül geometrisine

B) Molekülün ortaklanmamış elektron çifti sayısına

C) Merkez atomun hibritleşme türüne

D) Molekülün polarlığına

E) Merkez atomun yaptığı kovalent bağ sayısına

47. Değerlik bağ kuramına göre kovalent bağ, yarı dolu atomik veya hibrit orbitallerin örtüşmesi ile oluşur.
Buna göre aşağıdaki moleküllerin hangisinde H atomunun merkez atomla yaptığı bağların orbital örtüşmesi yanlış verilmiştir? ($_1H$, $_4Be$, $_5B$, $_6C$, $_8O$, $_9F$)

A) $H_2O \rightarrow sp^3$-s örtüşmesi

B) HF → s-p örtüşmesi

C) $BH_3 \rightarrow$ s-p örtüşmesi

D) $CH_4 \rightarrow sp^3$-s örtüşmesi

E) $BeH_2 \rightarrow$ sp-s örtüşmesi

48.
- Sabun
- Çamaşır sodası
- Deterjan
- Cam
- Çamaşır suyu
- Mikrofiber temizlik bezi
- Boya fırçası

Yapıldıkları malzeme dikkate alındığında yukarıdakilerden kaç tanesi organik bileşik sınıfına dâhil edilebilir?

A) 3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 7

49. Atomları arasında üçlü bağ bulunduran X elementi doğada çift atomlu moleküller hâlindedir.
Buna göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) X atomu 3A grubunda yer alır.

B) X_2 molekülü 2 sigma, 1 pi bağı içerir.

C) X atomunun 3 yarı dolu orbitali vardır.

D) X atomunun 3 değerlik elektronu vardır.

E) X_2 molekülünde 6 çift elektron ortaklaşa kullanılmıştır.

50.



Lewis formülleri verilen iki molekülle ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

A) VSEPR gösterimleri aynıdır.

B) Molekül geometrileri aynıdır.

C) Bağlayıcı elektron sayıları aynıdır.

D) Polarlıkları aynıdır.

E) Toplam değerlik elektron sayıları aynıdır.

51. 9 gram organik bileşik analiz için yakıldığında 8,8 gram CO_2 ve 1,8 gram H_2O oluşuyor.
0,5 molü 45 gram olan bu bileşiğin molekül formülü aşağıdakilerden hangisidir?

A) C_2H_2 B) C_2H_6 C) $C_2H_2O_4$ D) C_2H_5OH E) $C_2H_4O_2$

52. **XH_3 molekülündeki X atomu sp^2 hibritleşmesi yaptığına göre XH_3 molekülü için aşağıdakilerden hangisi <u>söylenemez</u>?** ($_1H$)

A) Molekül apolardır.

B) H—X—H bağ açısı 120° dir.

C) Molekül geometrisi düzlem üçgendir.

D) Sekiz tane ortaklanmış elektron içerir.

E) Merkez atomu oktetini tamamlamamıştır.

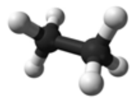
53. **İki atom arasındaki kovalent bağ oluşumu açıklanırken**
I. Bağ oluşumunun ekzotermik olması,
II. Atomların elektronegatifliklerinin farklı olması,
III. Atomların yarı dolu orbital içermesi ya da oluşturması
nedenlerinden hangileri her zaman kullanılır?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

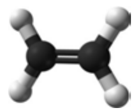
54. **Periyodik tablonun 2. periyodundaki X elementi atomu ile $_1H$ elementi atomlarından oluşan apolar XH_2 molekülü ile ilgili**
I. Molekül geometrisi doğrusaldır.
II. Merkez atomu sp hibritleşmesi yapmıştır.
III. Merkez atomunun okteti, H atomunun dubleti tamamlanmıştır.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I,II ve III

55. I. Etan



II. Eten



III. Etin



Top çubuk modelleri verilen bileşiklerle ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) Sigma bağı sayıları: III > II > I

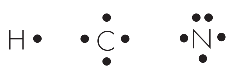
B) Bağ açıları: I > II > III

C) Apolar bağ sayıları: III > II > I

D) Polar bağ sayıları: III > II > I

E) Hibrit orbitallerinin s yüzdesi: I > II > III

56.



Lewis elektron nokta yapı formülü verilen H, C ve N atomlarının oluşturduğu
I. N_2
II. C_2H_2
III. C_2H_4
moleküllerindeki pi (π) bağı sayısı aşağıdakilerin hangisinde doğru karşılaştırılmıştır?

A) I = II > III B) I > II > III C) II > I = III D) II > I > III E) III > II > I

57.

Molekül Formülü	Molekülündeki C Atomlarının Hibritleşme Türü
CH_a	sp^3
C_2H_b	sp^2
C_2H_c	sp

Molekül formülü ve içerdiği C atomlarının hibritleşme türü verilen bileşiklerin moleküllerindeki H atomu sayıları aşağıdakilerin hangisinde doğru karşılaştırılmıştır?

A) a > b > c B) a = b > c C) b > a > c D) b > c > a E) c > b = a

58. **HCN molekülünü meydana getiren atomlar arasındaki kovalent bağların oluşumunda,**

I. p-p
II. s-sp
III. p-sp

orbital örtüşmelerinden hangileri gerçekleşmiştir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

59. **C_2H_2 ve CO_2 molekülleri ile ilgili**

I. 2 tane pi bağı içerir.
II. 2 tane sigma bağı içerir.
III. C atomlarının hibritleşme türü sp şeklindedir.

yargılarından hangileri her iki molekül için de yanlıştır?
($_1H$, $_6C$, $_8O$)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

60. **$_1H$, $_5B$, ve $_7N$ elementlerinden oluşan BH_3 ve NH_3 molekülleri ile ilgili**

I. Sigma bağı sayıları eşittir.
II. Merkez atomlarının hibritleşme türleri farklıdır.
III. Merkez atomlarının okteti, H atomlarının dubleti tamamlanmıştır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

61. Periyodik tablonun 2. periyodundaki X, Y ve Z elementlerinin $_1H$ elementi ile oluşturduğu bileşik moleküllerinde;

I. XH_2 molekülünün apolar,
II. YH_3 molekülünün polar,
III. ZH_4 molekülünün apolar

olduğu bilindiğine göre X, Y ve Z elementlerinin atom numaraları aşağıdakilerin hangisinde doğru karşılaştırılmıştır?

A) X > Y > Z B) Y > X > Z C) Y > Z > X D) Z > X > Y E) Z > Y > X

Daha çok soru için akıllı cihazınıza karekodu okutunuz.

62.

Molekül Formülü	Molekül Geometrisi
XH_3	Düzlem üçgen
YH_3	Üçgen piramit

Yukarıda verilen XH_3 ve YH_3 moleküllerinin molekül geometrilerinin farklı olması açıklanırken

I. X atomunun sp^2, Y atomunun sp^3 hibritleşmesi yapması,
II. H—X—H bağ açısının H—Y—H bağ açısından büyük olması,
III. X atomunun elektronegatifliğinin Y atomunun elektronegatifliğinden farklı olması

özelliklerinden hangileri tek başına kullanılabilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

63.

Molekül Formülü	Molekül Polarlığı
XH_2	Apolar
YH_3	Polar
ZH_4	Apolar

Yukarıda periyodik tablonun 2. periyodundaki X, Y ve Z elementlerinin $_1H$ elementi ile oluşturduğu bileşiklerin molekül formülleri ve polarlığı verilmiştir.

Buna göre X, Y ve Z atomlarından hangileri oktetini tamamlamıştır?

A) Yalnız Z B) X ve Y C) X ve Z D) Y ve Z E) X, Y ve Z

64.

X: $1s^1$
Y: $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

Yukarıda X ve Y atomlarının temel hâldeki elektron dağılımları verilmiştir.

Bu atomlardan oluşan

I. X_2
II. Y_2
III. X_2Y

moleküllerindeki kovalent bağ sayısı aşağıdakilerin hangisinde doğru karşılaştırılmıştır?

A) I = II = III B) II = III > I C) II > I > III D) III > II = I E) III > II > I

3. ÜNİTE ORGANİK BİLEŞİKLER

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Aldehit
- Alifatik bileşik
- Alkan
- Alken
- Alkil halojenür
- Alkin
- Alkol
- Aromatik bileşik
- Ester
- Eter
- Fonksiyonel grup
- Halkalı yapılar
- Hidrokarbon
- İzomerlik
- Karboksilik asit
- Keton
- Yağ asidi
- Yapısal izomerlik
- Zincir yapılı bileşikler

Pasifik porsuk ağacı, boyu 20 metreye kadar ulaşabilen ve çoğunlukla çalı formunda bir bitkidir. Oldukça zehirli olan bu bitkinin kabuklarında paklitaksel adı verilen organik bir bileşik bulunur ve bu bileşik pek çok kanser türüne karşı etkili bir kemoterapi ilacıdır. Üç kilogram ağaç kabuğundan yaklaşık 300 miligram paklitaksel elde edilir ve bu miktar ancak tek bir doz ilaç için yeterlidir. Bilim insanları, bu ve bunun gibi pek çok organik bileşiği basit başlangıç maddelerinden sentezlemeyi başarmışlardır.

Her yıl pek çok yeni organik bileşik keşfedilip sentezlenmektedir. Şu anda 10 milyon farklı organik bileşik bilinmektedir. Bu kadar çok sayıda bileşiği adlandırmanın, organize etmenin ve bu bileşiklerin özelliklerini incelemenin bir yolu olmalıdır.

Bu ünitede organik bileşiklerin sınıflarını, özelliklerini, tepkimelerini ve kullanım alanlarını öğreneceksiniz.

Ünite Karekodu

Ünite Sunusu

3.1. HİDROKARBONLAR

Hidrokarbonların Sınıflandırılması

Başlarken



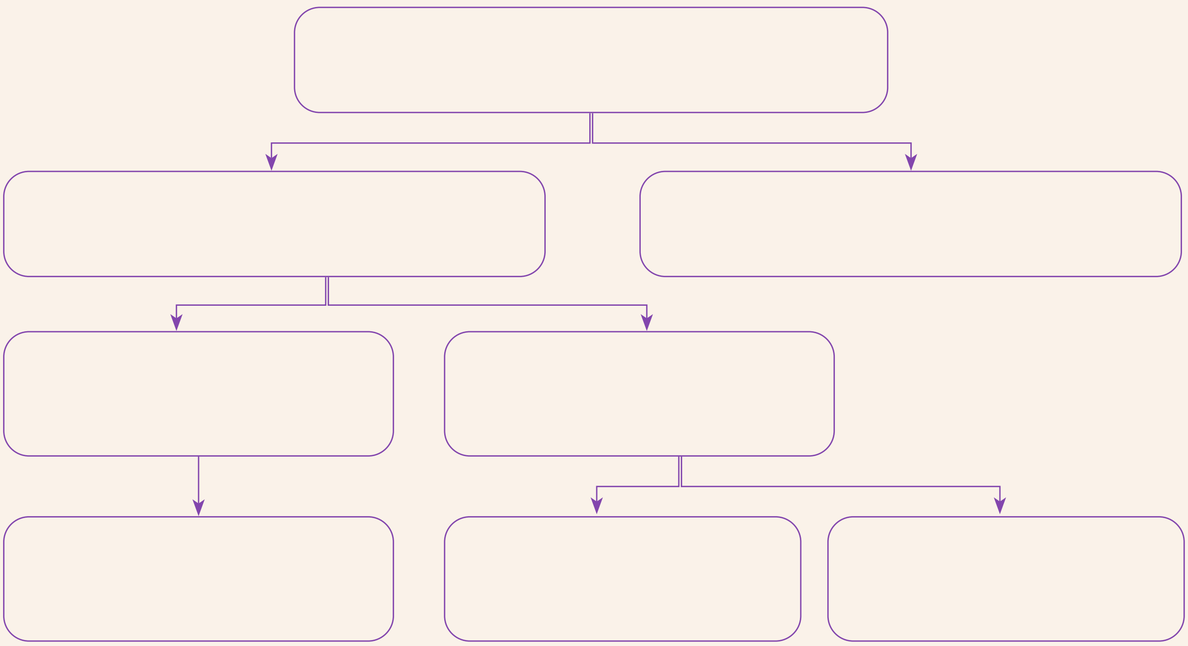
Organik bileşikler, tüm yaşam süreçlerinde önemli bir yer tutar. Otomobillerde, evlerde, sanayide ve daha birçok yerde kullanılan enerjinin kaynağı genellikle organik bileşiklerdir. İnsan vücudu gıdalardan aldığı protein, yağ ve karbonhidrat şeklindeki organik bileşiklerle beslenir ve bu gıdalar organik bileşiklerden elde edilen aromalarla lezzetli hâle getirilir. Doğal ya da sentetik giysilerin çoğu organik bileşiklerden üretilir ve fabrikalarda yine organik bileşikler kullanılarak renklendirilir. Hayatın hemen her alanında var olan organik bileşiklerin en basiti hidrokarbonlardır.

Sizce hidrokarbonların yapısında hangi elementler bulunur?

Hidrokarbonlar, sadece karbon ve hidrojen atomlarından oluşmuş moleküllerdir. Karbon ve hidrojen organik bileşiklerin temel elementleridir. Yapısında karbon ve hidrojenin yanı sıra başka elementler de bulunan organik bileşiklere **heteroatom içeren bileşikler** denir. CH_4, C_3H_8, C_2H_6, C_2H_2 bileşikleri hidrokarbonlara; CH_3Cl, C_2H_5OH, $C_2H_5NH_3$ bileşikleri ise heteroatomlu bileşiklere örnek verilebilir. Hidrokarbonlar **aromatik** ve **alifatik** olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Yapısında benzen halkası bulunanlar aromatik hidrokarbon, bulunmayanlar alifatik hidrokarbondur. Alifatik hidrokarbonların da doymuş ve doymamış olmak üzere iki türü bulunur. Hidrokarbonu oluşturan karbon atomları sadece tekli bağ bulunduruyorsa doymuş, pi bağı da içeriyorsa doymamıştır. Doymuş hidrokarbonlar **alkanlar**, doymamış hidrokarbonlar **alkenler** ve **alkinler**dir.

Sıra Sizde

Hidrokarbonları aşağıdaki şema üzerinde sınıflandırınız.



Alkanlar

Başlarken

Alkan nedir?

En basit organik bileşikler olan alkanların ilginç fizyolojik etkileri vardır. Bu etkiler hidrokarbon moleküllerinin boyutuna, vücutta nereye ve ne kadar uygulandığına bağlıdır. Küçük karbon sayılı alkanlar anestezik görevindeki gaz ya da sıvılardır. Bunlar, yanlış kullanılması durumunda bağımlılık yapabilir. Bu hidrokarbonların neden olduğu madde bağımlılığı; kişileri günlük hayatlarını devam ettiremeyen, sosyal ilişkileri zayıf, problemli ve sağlıksız bireyler hâline getirir.

Alkanlar karbon ve hidrojenden oluşan moleküllerdir. Bu moleküllerin yapısındaki karbon atomlarının tamamı dört ayrı atomla dört sigma bağı yapar. Bu karbon atomlarının hepsi sp^3 hibritleşmesi yaptığı için alkanlar doymuş hidrokarbonlardır. Doymuş oldukları için alkanların tepkimeye girme istekleri çok azdır. Bundan dolayı bu bileşiklere "etkinliği az" anlamında **parafin** adı verilmiştir. Alkanlar düz zincirli, dallanmış ya da halkalı (siklo) yapıda olabilir. Düz zincirli ve dallanmış alkanların genel formülü C_nH_{2n+2}, halkalı alkanların genel formülü ise C_nH_{2n} şeklindedir. Alkanların en küçük üyesi tek karbonlu metandır. C_nH_{2n+2} genel formülünde n yerine 1 geldiğinde CH_4 (metan) molekülü, 2 geldiğinde C_2H_6 (etan) molekülü, 3 geldiğinde C_3H_8 (propan) molekülü oluşur. Birbirini takip eden iki alkan molekülü arasında $—CH_2—$ kadar fark bulunduğu için alkanlar **homolog sıra** oluşturur. Alkanların ilk on üyesinin adları ve formülleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1: İlk On Alkanın Adları ve Formülleri

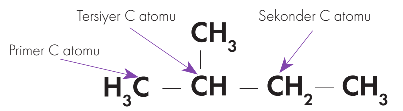
Alkan Adı	Molekül Formülü	Yarı Açık Formülü
Metan	CH_4	CH_4
Etan	C_2H_6	$CH_3—CH_3$
Propan	C_3H_8	$CH_3—CH_2—CH_3$
Bütan	C_4H_{10}	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$
Pentan	C_5H_{12}	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$
Hekzan	C_6H_{14}	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$
Heptan	C_7H_{16}	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$
Oktan	C_8H_{18}	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$
Nonan	C_9H_{20}	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$
Dekan	$C_{10}H_{22}$	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$

Alkanlardan bir hidrojen ayrılmasıyla oluşan radikal gruplara **alkil** denir. Alkiller R- ile gösterilir ve C_nH_{2n+1} genel formülüyle ifade edilir. Alkil grupları, türedikleri alkan adının sonundaki **-an** eki yerine **-il** eki getirilerek adlandırılır.

$CH_4 \rightarrow —CH_3$ Metil grubu

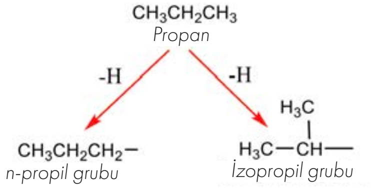
$C_2H_6 \rightarrow —C_2H_5$ Etil grubu

Karbon atomları, bağlı oldukları diğer karbon atomlarına göre sınıflandırılır. Karbon atomu tek karbon atomuna bağlıysa **primer (birincil) karbon atomu**, iki karbon atomuna bağlıysa **sekonder (ikincil) karbon atomu**, üç karbon atomuna bağlıysa **tersiyer (üçüncül) karbon atomu** biçiminde adlandırma yapılır.

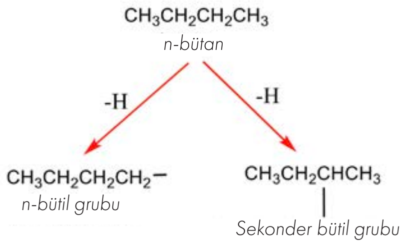


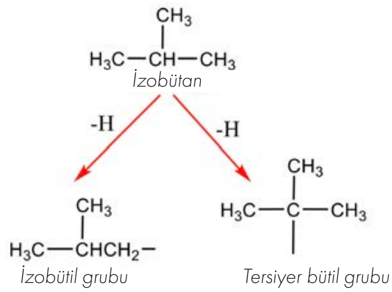
Primer karbon atomundan hidrojen ayrılırsa **primer alkil,** sekonder karbon atomundan hidrojen ayrılırsa **sekonder alkil** ve tersiyer karbon atomundan hidrojen ayrılırsa **tersiyer alkil** grupları oluşur. Karbon sayısı ikiden fazla olan alkanlardan hidrojen ayrılması ile birden fazla alkil grubu oluşabilir. Alkil grupları hidrojenin ayrıldığı karbon atomuna göre farklı isimler alır.

Propandan iki farklı alkil grubu oluşur:



Bütan, n-bütan ve izobütan olmak üzere iki farklı açık formüle sahiptir. Bütandan (C_4H_{10}) dört farklı alkil grubu oluşur:

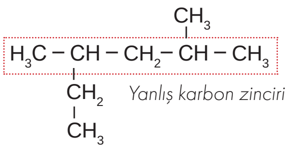


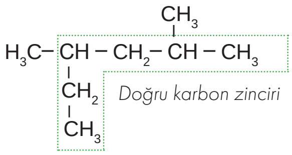


Alkanların Adlandırılması

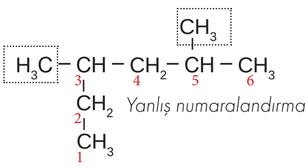
Milyonlarca olduğu tahmin edilen organik maddelerin adlandırılması, uluslararası standardı sağlamak için Uluslararası Kuramsal ve Uygulamalı Kimya Birliği [International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)] kurallarına göre yapılır. IUPAC sisteminde alkanlar şu kurallara göre adlandırılır:

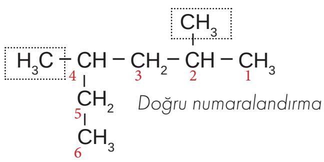
1. Moleküldeki en uzun karbon zinciri seçilir. Bu zincir, bileşiğin temel adını belirler.



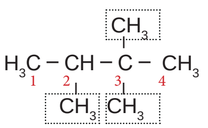


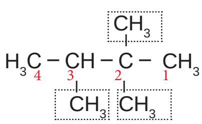
2. Zincirdeki yan grupların bağlı olduğu karbon atomları en küçük numarayı alacak şekilde karbonlara numara verilir. Zincirin dışında kalan gruplara **dal (yan grup)** denir.



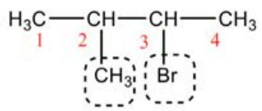


3. Yan gruplar zincire eşit uzaklıkta ise dallanmanın yoğun olduğu karbon atomu küçük numarayı alacak şekilde numaralandırma yapılır.

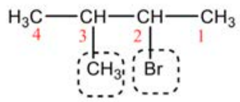

Yanlış numaralandırma


Doğru numaralandırma

4. Eşit sayıda yan grup zincire aynı uzaklıkta ise alfabetik sıralamada öncelikli grubun bağlı olduğu karbon atomu küçük numarayı alacak şekilde numaralandırma yapılır.

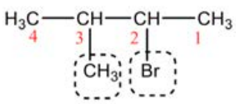


Yanlış numaralandırma

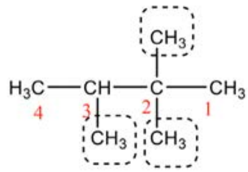


Doğru numaralandırma

5. Yan grupların bağlı olduğu karbon atomunun numarası ve yan grubun adı, aralarına kısa çizgi (-) konularak yazılır. Karbon zincirine aynı gruptan birden fazla bağlanmışsa grubun bağlı olduğu karbon atomunun numaraları arasına virgül konur. Grup adından önce Latince sayılar (di, tri, tetra vb.) yazılarak grup sayısı belirtilir.

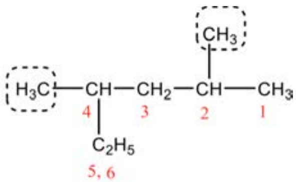


2-Bromo-3-metil

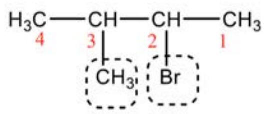


2,2,3-Trimetil

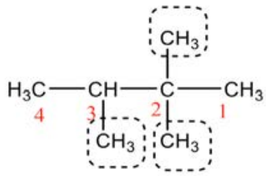
6. Ana zincire bağlı olan gruplar alfabetik sıralamaya göre yazılır, varsa ön ekler alfabetik sıralamada dikkate alınmaz. Son olarak en uzun karbon zincirine karşılık gelen alkan adı yazılıp adlandırma tamamlanır.



2,4-Dimetil hekzan



2-Bromo-3-metil bütan

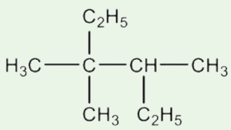


2,2,3-Trimetil bütan

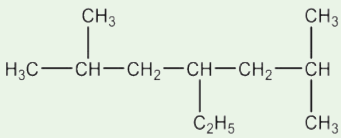
Çözümlü Soru

Aşağıda formülleri verilen bileşikleri IUPAC kurallarına göre adlandırınız.

a)

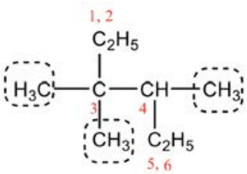


b)



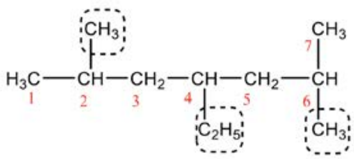
Çözüm

a)



3,3,4-Trimetil hekzan

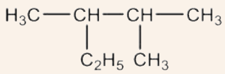
b)

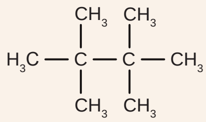


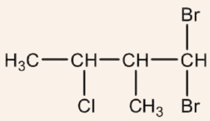
4-Etil-2,6-dimetil heptan

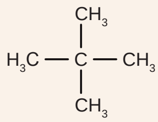
Sıra Sizde

Aşağıda formülleri verilen bileşikleri IUPAC kurallarına göre adlandırınız.

a) 

b) 

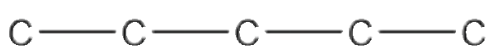
c) 

ç) 

Adı verilen alkanın açık formülü de yazılabilir. Örneğin 3-Etil-2-metil pentan bileşiğinin açık formülü şu şekilde yazılır:

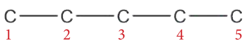
1. Adım

Ana zincire karşılık gelen alkan zinciri yazılır.



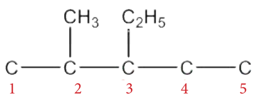
2. Adım

Zincirdeki karbonlar istenen uçtan başlanarak numaralandırılır.



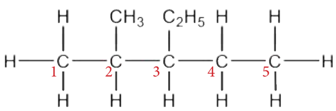
3. Adım

Yan gruplar ilgili karbon atomlarına bağlanır.



4. Adım

Hidrojen eklenerek moleküldeki karbon atomlarının hepsine dört bağ yaptırılır ve molekülün açık formülü tamamlanmış olur.



Sıra Sizde

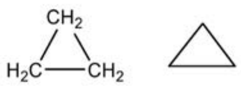
Aşağıda IUPAC sistemine göre adlandırılan bileşiklerin yarı açık formüllerini yazınız.

a) 2,2-Dimetil pentan

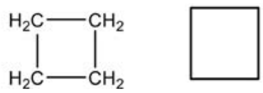
b) 2,3-Dibromo-4-etil-3-metil heptan

Sikloalkanlar

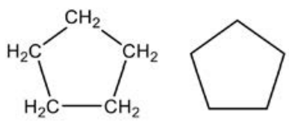
Bir molekül formülündeki karbon atomlarının bir kısmının ya da tümünün halka oluşturacak şekilde bir araya gelmesiyle oluşan doymuş hidrokarbonlara **sikloalkan** denir. Sikloalkanların genel formülü C_nH_{2n} şeklindedir. Halkalı yapı, düz zincirin iki ucundaki karbonların hidrojen kaybederek birbirine bağlanmasıyla oluşur. Sikloalkanlar adlandırılırken halkadaki karbon sayısına karşılık gelen düz zincirli alkanın adının önüne **siklo** ön eki getirilir. Sikloalkanların en küçük üyesi üç karbonlu olan **siklopropan**dır.



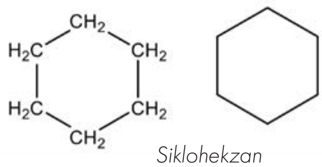
Siklopropan



Siklobütan



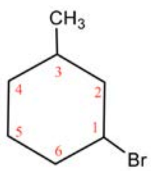
Siklopentan

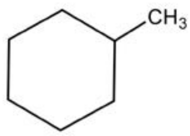


Siklohekzan

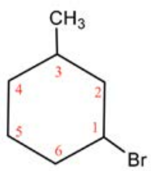
Sikloalkanların Adlandırılması

1. Halkaya bağlı gruplardan alfabetik sıralamada önce gelen grup en küçük numarayı alacak şekilde karbon atomlarına numara verilir. Halkaya bir grup bağlı ise numaralandırmaya gerek yoktur.

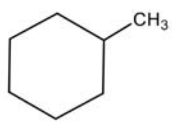




2. Yan grupların bağlı olduğu karbon atomlarının numarası ve grubun adı belirtilir. Halkadaki karbon sayısına karşılık gelen alkan adının önüne **siklo** ön eki getirilir.



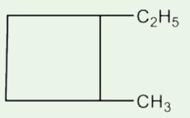
1-Bromo-3-metil siklohekzan

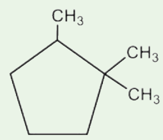


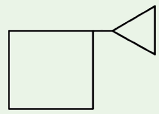
Metil siklohekzan

Çözümlü Soru

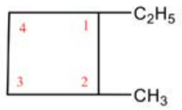
Aşağıda formülleri verilen bileşikleri IUPAC sistemine göre adlandırınız.

a) 

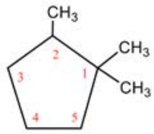
b) 

c) 

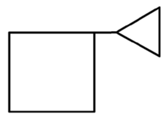
Çözüm

a) 

1-Etil-2-metil siklobütan

b) 

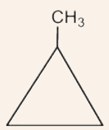
1,1,2-Trimetil siklopentan

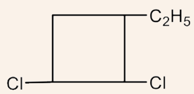
c) 

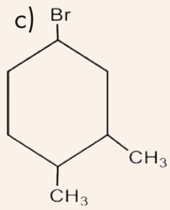
Siklopropil siklobütan

Sıra Sizde

Aşağıda formülleri verilen bileşikleri IUPAC sistemine göre adlandırınız.

a) 

b) 

c) 

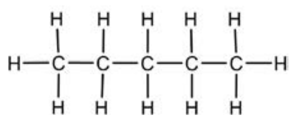
Alkanların Özellikleri

Alkan molekülleri apolar yapılıdır. Bu bileşiklerin molekülleri arasında yalnızca London etkileşimleri gözlenir. Zayıf London etkileşimlerinden dolayı alkanların erime ve kaynama sıcaklıkları düşüktür. Moleküldeki karbon sayısı arttıkça molekülün temas yüzeyi artacağı için London etkileşimlerinin gücü ile birlikte alkanların erime ve kaynama sıcaklığı da yükselir (Tablo 3.2).

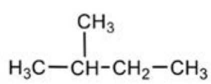
Tablo 3.2: Bazı Alkanların Kaynama Sıcaklıkları

Alkan	Kaynama Sıcaklığı (°C)
CH_4	-164
$CH_3—CH_3$	-88
$CH_3—CH_2—CH_3$	-42
$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$	-0,5

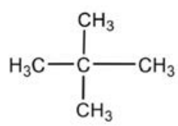
Alkanların ilk dört üyesi oda koşullarında gaz hâlindedir. Karbon sayısı 5-17 arasında olan alkanlar sıvı, karbon sayısı 17'den büyük olanlar ise katı hâlde bulunur. Alkanlarda dallanmanın artması, moleküllerin temas yüzeyinin azalmasına ve London etkileşimlerinin zayıflamasına neden olur. Bu nedenle aynı karbon sayılı alkanlarda dallanma arttıkça kaynama sıcaklığı düşer.



n-pentan KN: 36 °C



İzopentan KN: 27,7 °C



Neopentan KN: 9,5 °C

Apolar yapıya sahip olduğu için suda çözünemeyen alkanlar, karbon tetraklorür ve benzen gibi apolar yapılı çözücülerde çözünür. Yoğunlukları sudan daha az olduğu için alkanlar su üzerinde yüzer. Hatta gemilerden sızan az miktardaki bir yakıt bile deniz üzerinde organik bir faz oluşturur ve geniş alanlara yayılır.

Tepkimeye girme istekleri çok az olmakla birlikte alkanların iki önemli tepkimesi vardır. Bunlar yanma ve yer değiştirme tepkimeleridir.

Alkanlar yakıldığında CO_2 ve H_2O oluşurken büyük miktarda ısı açığa çıkar. Alkanların yanma tepkimelerinin genel denklemi şu şekildedir:

$$C_nH_{2n+2} + \left(\frac{3n+1}{2}\right)O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O + ısı$$

Hidrokarbonların yanması tarih boyunca insanlar için en önemli ısı enerjisi kaynağı olmuştur. Propan, evlerde yemek pişirmek için kullanılan sıvılaştırılmış petrol gazının (LPG) önemli bir bileşenidir. Propanın yanma tepkimesi şu şekildedir:

$$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O + 2219\ kJ/mol$$

Sıra Sizde

a) CH_4, C_2H_6, C_3H_8 gazlarının molar yanma entalpileri sırasıyla -890, -1559, -2219 kJ/mol olduğuna göre hidrokarbonların molar yanma entalpisi ve karbon sayısı arasındaki ilişkiyi belirtiniz.

b) Pentan ve 2,2-Dimetil propan bileşiklerinin molar yanma entalpileri sırasıyla -3284,4 kJ/mol, -3263,4 kJ/mol olduğuna göre hidrokarbonların molar yanma entalpisi ve temas yüzeyi arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

Alkanlar, ısı veya güneş ışığı (ultraviyole ışık) varlığında halojenlerle tepkimeye girerek alkil halojenürleri oluşturabilir. Halojen atomu, alkandaki hidrojen atomlarından biri ile yer değiştirdiği için bu tepkimelere **yer değiştirme (sübstitüsyon) tepkimesi** denir. Metan ile klor arasındaki tepkime buna bir örnektir. Bu iki gazın karışımı, karanlıkta sonsuza kadar değişmeden kalabilir fakat ultraviyole ışığa maruz kaldığı ya da yüksek sıcaklıklara kadar ısıtıldığı zaman patlama şeklinde tepkime verir. Ortamda yeterince klor gazı varsa klor atomları metan molekülerindeki tüm hidrojen atomları ile yer değiştirinceye kadar tepkime devam eder.

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{Isı veya ışık (UV)}} CH_3Cl + HCl$$
Monokloro metan

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{\text{Isı veya ışık (UV)}} CH_2Cl_2 + HCl$$
Dikloro metan

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{Isı veya ışık (UV)}} CHCl_3 + HCl$$
Trikloro metan (kloroform)

$$CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{Isı veya ışık (UV)}} CCl_4 + HCl$$
Tetrakloro metan (karbon tetraklorür)

Kloroform, metanın klorla yer değiştirme tepkimesi sonucu oluşan bileşiklerdendir. Bu bileşik, oda koşullarında sıvı hâldedir ve bayıltıcı etkisinden dolayı tıpta anestezik madde olarak kullanılır. Oda şartlarında sıvı hâlde olan karbon tetraklorür apolar maddeler için iyi bir çözücüdür. Karbon tetraklorür, yanıcı olmamasından dolayı önceleri yangın söndürücü olarak kullanılmış ancak zehirli olduğu anlaşılınca bundan vazgeçilmiştir.

Alkanların Doğal Kaynakları ve Kullanım Alanları

Alkanların en önemli doğal kaynakları doğal gaz, petrol ve kömürdür. Doğal gazın %85-90'ı metandır. Bu oran doğal gazın kaynağına bağlı olarak değişir. Doğal gazın diğer bileşenleri etan, propan, karbon dioksit ve azot gazıdır. Kömür ısıtılır ve havasız ortamda damıtılırsa metan, hidrojen ve çok sayıda aromatik bileşik elde edilir. Ham petrol alifatik ve aromatik hidrokarbonların bir karışımıdır. Basit bir petrol örneğinde 500'ün üzerinde bileşik belirlenmiştir. Ham petrol birçok bileşiğin karışımı olduğu için topraktan çıkarıldığı şekli ile kullanılamaz. Ham petrolü yararlı bileşenlerine ayırma işlemine **rafine etme** denir. Rafine etmede ilk işlem ayrımsal damıtmadır. Ayrımsal damıtmada elde edilen ürünler Tablo 3.3'te gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Ayrımsal Damıtmada Elde Edilen Ürünler

Kaynama Sıcaklığı Aralığı (°C)	Karbon Sayısı	Adı	Kullanımı
30'un altında	1-4	Gaz fraksiyonu	Isıtma yakıtı
30-180	5-10	Benzin	Otomobil yakıtı
180-230	11-12	Kerosen	Jet yakıtı
230-305	13-17	Gaz yağı	Dizel ve ısıtma yakıtı
305-405	18-25	Ağır gaz yağı (fuel-oil)	Kalorifer yakıtı

Tablo 3.3 incelendiğinde alkanların günlük hayattaki temel enerji kaynağı olduğu görülmektedir. Alkanlar apolar bileşikler için çözücü olarak kullanılır. Bitkisel yağ üretimindeki ekstraksiyon işleminde hekzandan yararlanılır.

Yapısal İzomerlik ve Çeşitleri

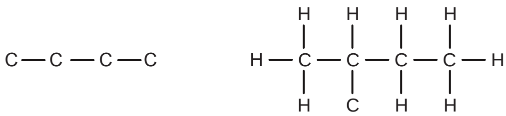
Başlarken

Amazon Ormanları'ndaki Cinchona (kınakına) ağacının kabuğundan elde edilen kinin ($C_{20}H_{24}N_2O_2$), üç yüz yıl boyunca sıtmaya karşı kullanılan tek ilaç olmuştur. Aynı ağaçtan elde edilen kinidin ($C_{20}H_{24}N_2O_2$) ise kalp ritmi bozukluklarının tedavisinde kullanılan bir ilaçtır. Kinin ve kinidinin molekül formülleri aynı ama yapı formülleri farklıdır.

Kinin ve kinidin gibi molekül formülleri aynı, yapı formülleri farklı başka bileşikler de var mıdır?

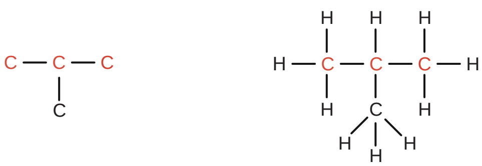


Bütan (C_4H_{10}) molekülünün yapı formülü yazılırken dört karbon atomu art arda dizilir. Hidrojen eklenerek her bir karbon atomunun bağ sayısı dörde tamamlanır. Düz zincirli yazılan bu yapı formülü **normal bütan (n-bütan)** olarak adlandırılır.



n-bütan

Bütan molekülünün yapı formülünü yazmanın başka bir yolu daha vardır. Üç karbon atomu art arda dizilir. Dördüncü karbon atomu ortadaki karbon atomuna bağlanır. Hidrojen eklenerek her bir karbon atomunun bağ sayısı dörde tamamlanır. Karbon zincirinin ikinci karbonuna bir metil grubu bağlı ise bileşiğin adına **izo** ön eki getirilerek adlandırma yapılır.

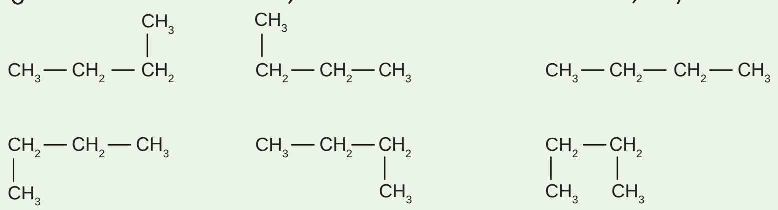


İzobütan (2-Metil propan)

Organik bileşiklerdeki karbon atomları, bütan örneğinde olduğu gibi farklı olasılıklarla birbirine bağlanabilir. Bu sayede molekül formülleri aynı, yapı formülleri farklı birden fazla bileşik oluşabilir. Bu şekilde oluşan kapalı formülleri aynı, açık formülleri farklı bileşiklere **izomer bileşikler** denir. Karbon zincirinin farklı dizilişinden kaynaklanan bu izomeri çeşidine **yapısal izomerlik** adı verilir. İzomer bileşiklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Alkanların ilk üç üyesi olan metan, etan ve propanda karbon zinciri farklı şekillerde yazılamadığı için bu bileşiklerin yapı izomeri yoktur.

Çözümlü Soru

Aşağıda C zinciri verilen bileşikler birbirinin izomeri midir? Açıklayınız.



Çözüm

Verilenlerin tümü aynı bileşiği temsil etmektedir. Bu nedenle bileşiklerin hiçbiri izomer değildir.

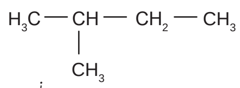
Organik bileşiklerde yapı izomerliği ve üç boyut (stereo) izomerliği gözlenir. Yapı izomerliği dört gruba ayrılır:

1. Zincir-Dallanma İzomerliği

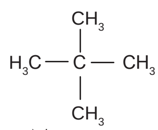
Bütan ve izobütan örneğinde olduğu gibi aynı karbon sayılı hidrokarbonların düz zincirli ve dallanmış hâlde yazılması ile zincir-dallanma izomerliği oluşur. Pentan molekülünde 5 C atomu üç farklı şekilde sıralanabilir:

$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

n-pentan



İzopentan
(2-Metil bütan)

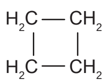


Neopentan
(2,2-Dimetil propan)

Karbon zincirinin ikinci karbonuna iki metil grubu bağlı ise bileşiğin adına **neo** ön eki getirilerek adlandırma yapılır.

2. Zincir-Halka İzomerliği

Aynı kapalı formüle sahip halkalı ve düz zincirli moleküller de vardır. Bu moleküller birbirinin zincir-halka izomeridir.



Siklobütan

$H_2C=CH-CH_2-CH_3$

1-Büten

3. Konum İzomerliği

Fonksiyonel grubun farklı karbon atomlarına bağlanması ile konum izomeri oluşur.

$H_2C=CH-CH_2-CH_3$

1-Büten

$H_3C-CH=CH-CH_3$

2-Büten

4. Fonksiyonel Grup İzomeri

Kapalı formülleri aynı, fonksiyonel grupları farklı olan moleküller birbirinin fonksiyonel grup izomeridir. Aynı karbon sayılı alkol ve eterler, aldehit ve ketonlar, karboksilik asit ve esterler bu izomeri çeşidine örnektir.



BENZİNDE OKTAN SAYISI

Otomobilin ortaya çıkışı ile yüksek enerjili ve uçucu sıvı yakıtlara gereksinim artmıştır. Bu yakıtların en önemlilerinden biri benzindir. Petrolden damıtılan benzin fraksiyonu, otomobil motorlarında performansı artırmak ve egzozlardan kaynaklanan kirliliği azaltmak için bileşimi ayarlanarak değiştirilir. Benzinin kalitesi, temiz olması ve verimli yanması ile ilgilidir. Bir otomobil motorunun silindirindeki benzin-hava karışımının doğru anda tutuşması ve eşit şekilde yanması çok önemlidir. Karışım erken veya geç tutuşursa çok fazla enerji boşa gider, yakıt verimliliği düşer ve motor erken yıpranır.

Araç motorlarında silindir içine piston yardımıyla çekilen hava sıkıştırılır ve sıkıştırılan hava üzerine bir enjeksiyon sistemi yardımıyla yakıt püskürtülür. Motorda bir bozukluk yoksa ve benzinin kalitesi yüksekse sıkıştırılmış karışım buji kıvılcımı ile tekdüze ve düzgün bir alev vermek üzere ateşlenir. Ortaya çıkan ısı sonucunda gaz karışımı hızla genişler ve pistonu sanki dev bir el itiyormuş gibi iter. Eğer benzinin kalitesi düşükse karışımın tutuşan ilk kısmının verdiği ısı henüz tutuşmayan kısımların ısınmasına, sıkışmasına ve birdenbire infilak etmesine sebep olur. Bu yanma sonunda piston sanki üzerine çekiçle vuruluyormuş gibi sarsıntılı hareket eder ve motordan rahatsız edici sesler gelir. Vuruntu denen bu olay hem güç kaybına hem de motorun fazla ısınarak ömrünün azalmasına neden olur.

Benzinin motor içinde düzgün yanma yeteneği “oktan sayısı" ile ölçülür. Oktan yakıtın sıkıştırılmaya karşı olan direncidir. Bunun için çok iyi bir motor yakıtı olan ve yüksek basınç altında bile zamanından önce kendi kendine tutuşma eğilimi göstermeyen 2,2,4-Trimetil pentanın oktan sayısı 100 kabul edilir. Normal heptanın oktan sayısı ise motor yakıtı olarak çok kötü sonuçlar verdiğinden 0 kabul edilir. Bir yakıtın oktan sayısı, yanma özelliği bakımından 2,2,4-Trimetil ve normal pentanın arasındaki yerine bakılarak belirlenir. Arabalarda kullanılan orta dereceli benzin yaklaşık 98, havacılık yakıtı yaklaşık 100 oktan sayısına sahiptir. Yarış arabası yakıtının oktan sayısı ise yaklaşık 110’dur.

Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Alkenler

Başlarken

Trabzon hurması, muz, avokado gibi meyveler olgunlaşmadan toplanır; daha sonra elma ile aynı kapalı ortama konularak bu meyvelerin olgunlaşması sağlanır. Bunun sebebi ne olabilir?



Karbon atomları arasında en az bir tane ikili bağ (−C=C−) bulunduran hidrokarbonlara **alken** denir. Birden fazla ikili bağa sahip olan alkenler **polialken** olarak adlandırılır. **Olefinler** olarak da bilinen alkenler en az bir tane pi bağı içerdikleri için doymamış hidrokarbonlardır. Yapısında bir tane −C=C− çift bağı bulunduran alkenlerin genel formülü C_nH_{2n} şeklindedir.

Alkenlerin Adlandırılması

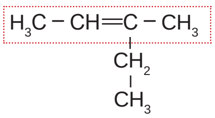
Düz zincirli alkenler adlandırılırken alkan adındaki **-an** yerine **-en** eki getirilir. Ayrıca **-en** eki yerine **-ilen** eki getirilerek alkenlerin yaygın adları da oluşturulabilir. Karbonlar arasında ikili bağ oluşabilmesi için alkenlerin ilk üyesinin 2 karbonlu olması gerekir.

$H_2C=CH_2$ — *Eten (etilen)*

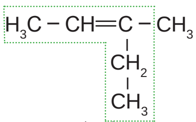
$H_3C-CH=CH_2$ — *Propen (propilen)*

IUPAC sisteminde alkenler şu kurallara göre adlandırılır:

1. İkili bağ içeren en uzun karbon zinciri seçilir.

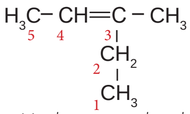


Yanlış karbon zinciri

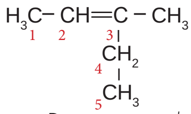


Doğru karbon zinciri

2. İkili bağ zincirin hangi ucuna yakınsa o uçtan başlanarak karbonlara numara verilir.

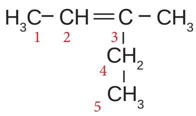


Yanlış numaralandırma



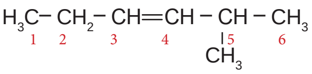
Doğru numaralandırma

3. Ana zincire bağlı olan yan dalın karbon numarası ve grup adı yazılır. İkili bağın yeri (ikili bağlı karbonlardan küçük numaralı olan) ve zincire karşılık gelen alkenin adı yazılır.

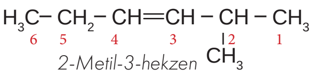


3-Metil-2 penten

4. İkili bağ zincire eşit uzaklıkta ise karbon zincirine bağlı olan yan dalın da küçük numarayı alması sağlanır.



Yanlış numaralandırma



2-Metil-3-hekzen

Doğru numaralandırma

5. Polialkenlerde ikili bağlar hangi uca yakınsa karbonlara o uçtan başlanarak numara verilir. İkili bağların yeri ayrı ayrı yazılır. İkili bağların sayısı, **-en** ekinden önce Latince sayılarla **-dien**, **-trien** şeklinde belirtilir.

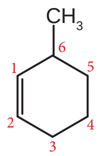
$H_2C=CH-CH=CH-CH_3$ (1 2 3 4 5)

1,3-Pentadien

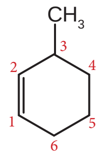
$H_2C=CH-CH=CH-CH=CH_2$ (6 5 4 3 2 1)

1,3,5-Hekzatrien

6. Alkenler de alkanlar gibi halkalı yapıda olabilir. Halkalı alkenlere **sikloalkenler** denir. Sikloalkenler adlandırılırken numaralandırmaya ikili bağ karbonları en küçük numarayı alacak şekilde başlanır ve halkaya bağlı yan dallara küçük numaralar verilmesine dikkat edilir. Halka bir ikili bağ içeriyorsa ikili bağın yerinin belirtilmesine gerek yoktur.



Yanlış numaralandırma



3-Metil siklopenten

7. Alkenden bir hidrojen çıkarıldıktan sonra kalan köke **alkenil grubu** adı verilir. Alkenil gruplarında numaralandırmaya hidrojenin çıkarıldığı karbondan başlanır.

$H_2C{=}CH-$

Etenil (vinil)

$\underset{3}{H_2C}{=}\underset{2}{CH}-\underset{1}{CH_2}-$

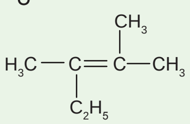
2-Propenil (allil)

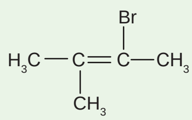
$\underset{4}{H_3C}-\underset{3}{CH}{=}\underset{2}{CH}-\underset{1}{CH_2}-$

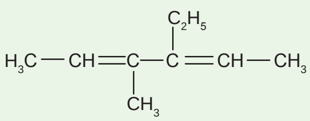
2-Bütenil

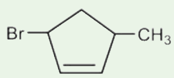
Çözümlü Soru

Aşağıda formülleri verilen bileşikleri IUPAC sistemine göre adlandırınız.

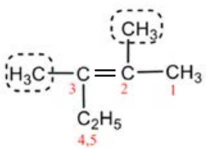
a) 

b) 

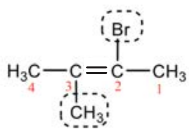
c) 

ç) 

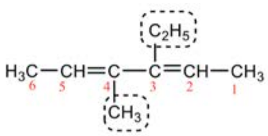
Çözüm

a) 

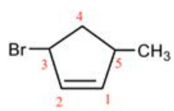
2,3-Dimetil-2-penten

b) 

2-Bromo-3-metil-2-büten

c) 

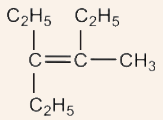
3-Etil-4-metil-2,4-hekzadien

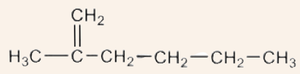
ç) 

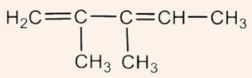
3-Bromo-5-metil siklopenten

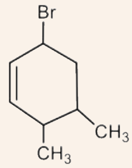
Sıra Sizde

Aşağıda formülleri verilen bileşikleri IUPAC sistemine göre adlandırınız.

a) 

b) 

c) 

ç) 

Alkenlerin Özellikleri

Alkenlerin fiziksel özellikleri genel olarak alkanların fiziksel özelliklerine benzer. Apolar yapılı oldukları için alken molekülleri arasında yalnızca London etkileşimleri gözlenir. Karbon sayısı arttıkça London etkileşimlerinin gücü artacağından kaynama sıcaklığı da artar. Molekülde dallanma arttıkça London etkileşimlerinin gücü ve kaynama sıcaklığı azalır. Su polar yapıda olduğundan alken molekülleri suda çözünmez. Alkenlerdeki −C=C− ikili bağı kuvvetli sigma ve zayıf pi bağını içerir. Pi bağları tepkimeye daha kolay girdiği için alkenler katılma ve polimerleşme tepkimesi verir. Alkenlere H_2 katılması; nikel, platin, paladyum elementlerinin katalizörlüğünde gerçekleşir. Alkenin yapısındaki pi bağı kırılır ve hidrojen atomları, bağı kırılan karbonlara bağlanır. Molekül doymuş hâle gelerek alkana dönüşür.

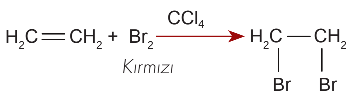
$$H_2C{=}CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni/Pt/Pd} H_3C{-}CH_3$$

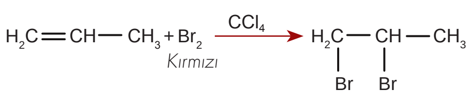
Eten → *Etan*

$$H_2C{=}CH{-}CH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni/Pt/Pd} H_3C{-}CH_2{-}CH_3$$

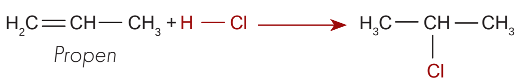
Propen → *Propan*

Alkenler bromla da katılma tepkimesi gerçekleştirir. Bu tepkimede bromun karbon tetraklorürdeki kırmızı renkli çözeltisi kullanılır. Tepkime sırasında alkenin yapısındaki pi bağı kırılır ve brom atomları bağı kırılan karbonlara bağlanır. Doymamış hidrokarbonlar bromla tepkimeye girerek brom çözeltisinin kırmızı rengini ortadan kaldırır.





Halojen asitleri, alkenlerin çift bağ karbonlarına katılarak alkil halojenürleri meydana getirir. Halojen asitleri gibi polar moleküller, asimetrik alkenlere **Markovnikov Kuralı**'na göre katılır. Bu kurala göre alkenlere halojen asidi katılırken çift bağlı karbonlardan hidrojeni çok olana hidrojen, az olana da halojen katılır.



Propen *2-Kloro propan*

Çift bağ taşıyan karbonlarda eşit sayıda hidrojen varsa Markovnikov Kuralı dikkate alınmaz.

$$\underset{\text{Eten}}{H_2C{=}CH_2} + H-Cl \longrightarrow \underset{\text{Etil klorür}}{H_3C-CH_2-Cl}$$

Su, alkenlere H_2SO_4 katalizörlüğünde katılır. Bu işlem Markovnikov Kuralı'na göre gerçekleşir ve alkollerin oluşumu ile sonuçlanır.

$$\underset{\text{Propen}}{H_2C{=}CH-CH_3} + H-OH \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{2-Propanol}}{H_3C-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3}$$

$$\underset{\text{Eten}}{H_2C{=}CH_2} + H-OH \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{Etanol}}{H_3C-CH_2-OH}$$

Alkenlerin en önemli tepkimelerinden biri polimerleşme tepkimesidir. Alkenlerdeki pi bağı uygun koşullarda katalizör yardımıyla açılır ve alken molekülleri, uzun zincirler oluşturacak şekilde birbirine bağlanır. Bu şekilde çok sayıda küçük molekülün birbirine bağlanmasına **polimerleşme**, oluşan ürüne **polimer** denir. Etilenin polimerleşme tepkimesi şu şekildedir:

$$\underset{\text{Etilen}}{n\,H_2C{=}CH_2} \longrightarrow \underset{\text{Polietilen (PE)}}{-\!\!\left[H_2C-CH_2\right]_n\!\!-}$$

Alkenlerin polimerleşmesi sonucu oluşan ürünler günlük hayatta sıklıkla kullanılır. Bazı polimerler ve bu polimerlerin monomerleri Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4: Bazı Polimerler ve Bu Polimerlerin Monomerleri

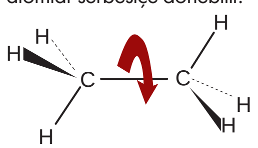
Monomer	Monomer Adı	Polimer	Polimer Adı
$H_2C{=}CH-Cl$	Vinil klorür	$-\!\left[CHCl-CH_2\right]_n\!-$	Polivinil klorür (PVC)
$F_2C{=}CF_2$	Tetrafloro etilen	$-\!\left[F_2C-CF_2\right]_n\!-$	Politetrafloro etilen [PTFE (Teflon)]
$H_2C{=}CH-C_6H_5$	Vinil benzen (stiren)	$-\!\left[CH(C_6H_5)-CH_2\right]_n\!-$	Polistiren (PS)

Alkenler de alkanlar gibi yanıcıdır ve oksijenle tepkimeye girerek CO_2 ve H_2O oluşturur. Alkenlerin genel yanma tepkimeleri şu şekilde gösterilir:

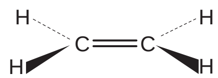
$$C_nH_{2n} + \frac{3n}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2 + nH_2O + \text{ısı}$$

Alkenlerde Geometrik İzomeri

C—C σ bağı etrafında atomlar serbestçe dönebilir.

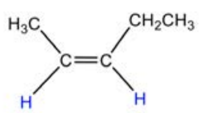


π bağı, C=C etrafında dönmeyi engeller.

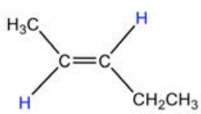


Alkanlarda karbon atomları arasındaki sigma bağı, bağlı olan grupların kolayca dönmesini sağlar ancak alkenlerde çift bağ çevresinde bağlı olan atom ya da gruplar serbestçe dönemez. Bu durum alkenlerde geometrik izomerlerin oluşumuna neden olur.

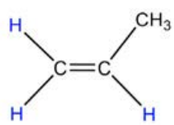
Alkenler çift bağ çevresinde düzlemsel bir geometriye sahiptir. İkili bağın karbonlarına bağlı özdeş atom ya da gruplar düzlemin aynı tarafında ise **cis (sis)**, farklı tarafında ise **trans** olarak adlandırılır. Bu izomeriye **cis-trans** ya da **geometrik izomeri** denir.



Cis-2-penten



Trans-2-penten



Alken molekülünde çift bağ taşıyan karbon atomlarından birine aynı iki grup bağlı ise cis-trans izomeri gözlenmez.

Çözüm Sizde

Alkenlerde karbon-karbon arasındaki ikili bağın karbonlara bağlı grupların dönüşünü nasıl engellediğini gösteriniz.

- Dört adet A4 kâğıdı, üç adet çivi ve bir adet kırmızı boyama kalemi hazırlayınız.
- A4 kâğıtlarının her birini yarısı kırmızı yarısı beyaz olacak şekilde boyayınız.
- İki A4 kâğıdınının ortasından bir çivi geçirerek kâğıtları birbirine tutturunuz.
- İki A4 kâğıdını iki tane çivi ile (çivinin biri kırmızı tarafta, biri beyaz tarafta olacak şekilde) birbirine tutturunuz.

Değerlendirme

1. Tek çivi ile tutturulmuş A4 kâğıtlarının kırmızı bölümleri aynı yönde mi yer almaktadır? Kâğıtlar çivi etrafında döndürülerek aynı yöne getirilebilir mi?

2. İki çivi ile tutturulmuş A4 kâğıtlarında aynı renkler aynı yönde mi yer almaktadır? Kâğıtlar çivi etrafında döndürülerek aynı yöne getirilebilir mi?

3. Verilen her iki örnek hangi hidrokarbonları temsil etmektedir? İki çivi ile tutturulmuş örnekte kırmızı bölümler aynı ya da farklı yönde yer alırsa hangi izomeriyi temsil eder?

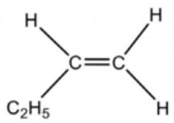
Çözümlü Soru

Aşağıdaki moleküllerin geometrik izomerleri varsa yazınız.

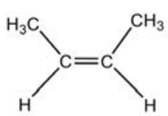
a) 1-Büten　　　　b) 2-Büten　　　　c) 2,3-Dikloro bütan

Çözüm

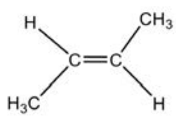
a) 1-Büten molekülünde ikili bağlı karbon atomuna iki hidrojen atomu bağlı olduğu için cis-trans izomeri gözlenmez.



b) Metil gruplarının ikili bağın aynı tarafında (cis) ve zıt tarafında (trans) yer alması ile 2-Büten molekülünde cis-trans izomeri gözlenir.



Cis-2-büten



Trans-2-büten

c) 2,3-Diklorobütan molekülündeki C—C bağı etrafında atomlar kolayca dönebildiği için aynı molekül oluşur ve cis-trans izomeri gözlenmez.



Aynı molekül

Sıra Sizde

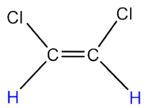
Aşağıdaki moleküllerden hangilerinin geometrik izomeri gösterdiğini belirtiniz. Moleküllerin geometrik izomerlerini yazınız.

a) 2-Metil-2-penten

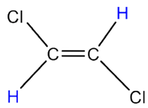
b) 2,3-Dibromo-2-büten

c) 1,2-Dikloro propen

Birbirinin geometrik izomeri olan bileşiklerin fiziksel özellikleri farklıdır. Cis izomeri olan alken bileşiği polar özellik gösterirken trans izomeri olan alken bileşiği genellikle apolar özellik gösterir. Bu nedenle cis izomerinin kaynama sıcaklığı, aynı molekülün trans izomerinin kaynama sıcaklığından daha yüksektir.



Cis-1,2-Dikloro eten
Kaynama noktası: 60 °C



Trans-1,2-Dikloro eten
Kaynama noktası: 48 °C

Alkenlerin Kullanım Alanları

Alkenlerin ilk üyesi olan etilen meyvelerin olgunlaştırılmasında kullanılır. Çabuk bozulan meyveler olgunlaşmadan toplanır. Hallerde bu meyvelerin üzerine etilen gazı püskürtülür ve meyvelerin olgunlaşması sağlanır. Alkenler, yapısındaki pi bağları nedeniyle su ve halojen asitleri ile katılma tepkimesi verir. Bu nedenle alkol ve alkil, halojenür eldesinde çıkış maddesi olarak kullanılır. Etilen türevi olan perkloro etilenden (C_2Cl_4) ise yağ çözücü özelliğinden dolayı kuru temizlemede yararlanılır.

Alkenlerin en önemli kullanım alanı polimer bileşiklerinin eldesidir. Sağlık hizmetlerinden inşaat sektörüne, tekstilden ayakkabı üretimine, ev araç gerecinden araba sanayisine kadar pek çok alanda polimer bileşikleri kullanılır.

Alkinler

Başlarken

Hiç karpit lambası gördünüz mü?



19. yüzyılın sonlarından beri maden ocağı, mağara gibi birçok yerde aydınlatma aracı olarak karpit lambası kullanılmaktadır. Karpit lambasında su ve karpitin konulduğu iki ayrı bölme vardır. Bölmeler arasındaki vida yardımıyla karpit (CaC_2) ve su tepkimeye sokulur. Oluşan asetilen gazı (C_2H_2), bir boru aracılığıyla lambanın uç kısmına gönderilir ve bu kısım ateşlenerek lambanın yanması sağlanır.

Karbon atomları arasında en az bir tane üçlü bağ (—C≡C—) bulunduran doymamış hidrokarbonlara **alkin** denir. Yapısında birden fazla üçlü bağ bulunan alkinlere ise **polialkin** adı verilir. Yapısında bir tane üçlü bağ bulunan alkinlerin genel formülü C_nH_{2n-2} şeklindedir. Alkinlerin ilk üyesi iki karbonlu asetilendir (C_2H_2). Bu nedenle alkinler **asetilenler** olarak da bilinir.

Alkinlerin Adlandırılması

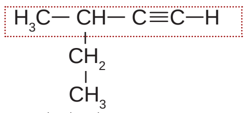
Düz zincirli alkinler adlandırılırken alkan adındaki **-an** ekinin yerine **-in** eki getirilir. Karbonlar arasında üçlü bağ oluşabilmesi için en az iki karbon atomu gerektiğinden alkinlerin ilk üyesi iki karbonludur.

H — C ≡ C — H
Etin (asetilen)

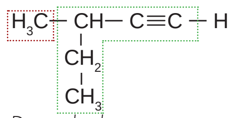
H_3C — C ≡ C — H
Propin

IUPAC sisteminde alkinlerin adlandırılması şu kurallara göre yapılır:

1. Üçlü bağ içeren en uzun karbon zinciri seçilir.

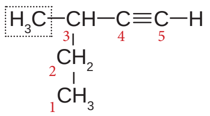


Yanlış karbon zinciri

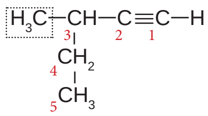


Doğru karbon zinciri

2. Üçlü bağ zincirin hangi ucuna yakınsa karbonlara o uçtan başlanarak numara verilir.

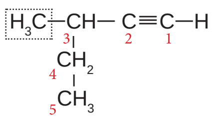


Yanlış numaralandırma



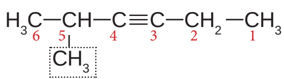
Doğru numaralandırma

3. Yan dalın bağlı olduğu karbonun numarası ve grubun adı belirtilir. Üçlü bağın yeri (üçlü bağ bulunduran karbon atomlarından küçük numaralı olan) ve zincirdeki karbon sayısına karşılık gelen alkinin adı yazılır.

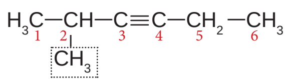


3-Metil-1-pentin

4. Üçlü bağ zincirdeki karbon atomlarına eşit uzaklıkta ise karbon zincirine bağlı olan yan dalın küçük numarayı alması sağlanır.



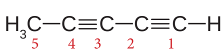
Yanlış numaralandırma



2-Metil-3-hekzin

Doğru numaralandırma

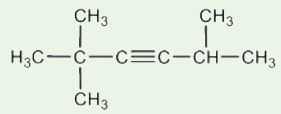
5. Polialkinlerde üçlü bağlar hangi uca yakınsa karbon atomlarına o uçtan başlanarak numara verilir. Üçlü bağların yeri ayrı ayrı yazılır. Üçlü bağların sayısı, **-in** ekinden önce Latince sayılarla **-diin**, **-triin** şeklinde belirtilir.



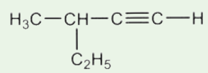
1,3-Pentadiin

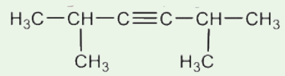
Çözümlü Soru

Aşağıda formülleri verilen bileşikleri IUPAC sistemine göre adlandırınız.

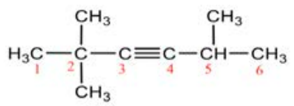
a) 

b) $H_3C-C\equiv C-CH_2-Br$

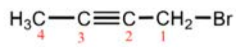
c) 

ç) 

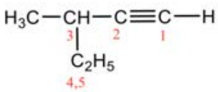
Çözüm

a) 

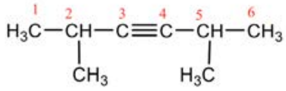
2,2,5-Trimetil-3-hekzin

b) 

1-Bromo-2-bütin

c) 

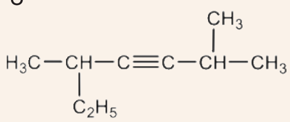
3-Metil-1-pentin

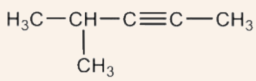
ç) 

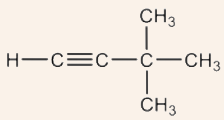
2,5-Dimetil-3-hekzin

Sıra Sizde

Aşağıda formülleri verilen bileşikleri IUPAC sistemine göre adlandırınız.

a) 

b) 

c) 

ç) $H_3C-C\equiv C-CH_2-C\equiv C-H$

Alkinlerin yaygın adları asetilenden türetilerek oluşturulur.

$H-C\equiv C-H$

Asetilen

$H_3C-C\equiv C-H$

Metil asetilen

$H_3C-C\equiv C-CH_3$

Dimetil asetilen

$H_3C-C\equiv C-CH_2-CH_3$

Etil metil asetilen

Alkinlerin Özellikleri

Alkinler de alkan ve alkenler gibi apolar olduğu için bu hidrokarbonlarla benzer fiziksel özellikler gösterir. Alkinlerin molekülleri arasında London etkileşimleri gözlenir. Doymamış hidrokarbonlar olan alkinler de alkenler gibi katılma tepkimesi verir. Alkinin üçlü bağ içeren karbon atomuna hidrojen atomu bağlıysa bunlara **uç alkin**, bağlı değilse **iç alkin** denir.

$H-C\equiv C-H$	$H_3C-C\equiv C-H$	$H_3C-C\equiv C-CH_3$
Uç alkin	*Uç alkin*	*İç alkin*

Alkinlerin ilk üyesi olan asetilen oda koşullarında gaz hâlindedir ve kararsızdır. Asetilen, yüksek basınç altında çok kolay patlar ve element hâlinde karbon ve hidrojeni meydana getirir. Bu nedenle asetilen kullanılırken çok dikkatli olunmalıdır. Endüstride çok önemli bir madde olan asetilen birçok bileşiğin eldesinde başlangıç maddesi olarak kullanılır. Asetilen kireçten ve kok kömüründen elde edilebilir. Sönmemiş kireç (CaO) ve kok kömürü (C) fırınlarda yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılır. Oluşan karpit (CaC_2) su ile tepkimeye sokularak asetilen elde edilir.

$$CaO(k) + 3C \longrightarrow CaC_2(k) + CO(g)$$

Kalsiyum karbür (karpit)

$$CaC_2(k) + 2H_2O(s) \longrightarrow C_2H_2(g) + Ca(OH)_2(suda)$$

Asetilen

Asetilen yandığı zaman büyük miktarda ısı açığa çıkar. Bu ısı çeliği bile kolayca eritebildiği için demir-çelik endüstrisinde, metallerin kesilmesinde ve kaynak yapımında asetilen kaynağı kullanılır.

$$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O \quad \Delta H=-317 \text{ kcal/mol}$$

Asetilen doymamış hidrokarbon olduğu için katılma tepkimesi verir. Yapısında iki pi bağı bulunduğundan 1 mol asetilene 2 mol H_2 katılır. Bu işlem katalizör (Ni/Pt/ Pd) eşliğinde gerçekleştirilir.

$$H-C\equiv C-H + 2H_2 \xrightarrow{Ni/Pt} H_3C-CH_3$$

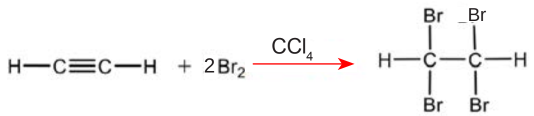
Asetilen — *Etan*

Katılma Lindlar katalizörlüğünde [paladyum (Pd)] gerçekleşirse kısmi hidrojenlenme meydana gelir ve alken oluşur.

$$H-C\equiv C-H + H_2 \xrightarrow{Pd} H_2C=CH_2$$

Asetilen — *Eten*

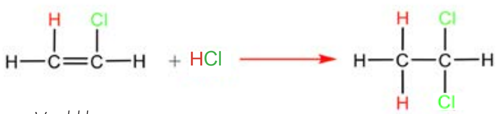
Asetilen de alkenler gibi kırmızı renkli brom çözeltisinin rengini giderir. Bu tepkimede bromun karbon tetraklorürdeki kırmızı renkli çözeltisi kullanılır. Asetilenin yapısındaki pi bağları kırılır ve brom atomları, bağı kırılan karbon atomlarına bağlanır.



1 mol asetilene 2 mol HCl katılmasıyla önce vinil klorür, sonra 1,1-Dikloro etan oluşur.



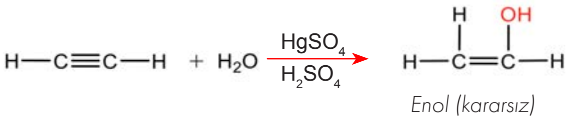
Asetilen — *Kloro eten (vinil klorür)*



Vinil klorür — *1,1-Dikloro etan*

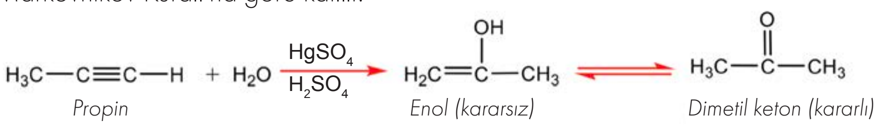
HCl, vinil klorüre Markovnikov Kuralı'na göre katılır.

Katalizör olarak kuvvetli asitler ve cıva (Hg^{2+}) iyonları kullanılarak 1 mol asetilene kolayca 1 mol su katılabilir. Başlangıçta meydana gelen enol kararsız bir moleküldür. Enol molekülünün içindeki ikili bağ elektronu ile hidrojen atomu yer değiştirir ve enol molekülü denge tepkimesi ile kararlı asetaldehit molekülüne dönüşür. Bu olaya **tautomeri** adı verilir.





Asetilen dışındaki alkinlere su katılırsa kararsız enol bileşiği tautomeri ile kararlı ketona dönüşür. Su, alkinlere Markovnikov Kuralı'na göre katılır.



Uç alkinlerde üçlü bağın karbon atomlarına bağlı hidrojen atomları, metal atomları ile yer değiştirme tepkimesi verir. İç alkinlerde üçlü bağın karbon atomlarına bağlı hidrojen atomu olmadığından metallerle yer değiştirme tepkimesi gerçekleşmez.

Asetilen, amonyaklı bakır(I) klorür (Fehling) çözeltisi ile tepkimeye girerek kırmızı renkli bakır asetilenür tuzunu oluşturur. Bu tuz, kiremit kırmızısı bir çökelek hâlinde tepkime kabının dibine çöker.

$$H{-}C{\equiv}C{-}H + 2Cu(NH_3)_2Cl \longrightarrow Cu{-}C{\equiv}C{-}Cu(k)\downarrow + 2NH_4Cl + 2NH_3$$

Asetilen — *Bakır asetilenür (kırmızı renkli çökelek)*

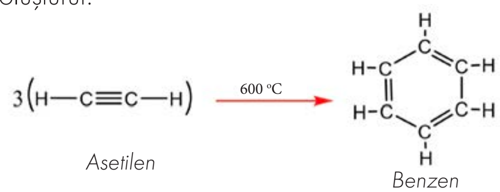
Asetilen, amonyaklı gümüş nitrat (Tollens) çözeltisi ile tepkimeye girdiğinde tepkime kabının dibinde beyaz renkli bir çökelek hâlinde gümüş asetilenür tuzu oluşur.

$$H{-}C{\equiv}C{-}H + 2Ag(NH_3)_2NO_3 \longrightarrow Ag{-}C{\equiv}C{-}Ag(k)\downarrow + 2NH_4NO_3 + 2NH_3$$

Gümüş asetilenür (beyaz renkli çökelek)

Asetilenür tuzları darbelere karşı dayanıksız olduğundan ufak bir sarsıntıda bile patlayabilir.

Üç asetilen molekülü, 600 °C gibi yüksek sıcaklıklarda birbirine bağlanarak (trimerleşerek) benzen molekülünü oluşturur.



Çözüm Sizde

Alkan, alken ve alkin moleküllerindeki C ve H atomlarının nasıl bağlandığını gösteriniz.

- Küçük gruplar hâlinde çalışınız.
- Gruplara yetecek kadar molekül modelleme seti alınız.
- Aşağıdaki molekülleri oluşturunuz.

I. 2 C ve 6 H atomunu birbirine bağlayınız.

II. 2 C ve 4 H atomunu birbirine bağlayınız.

III. 2 C ve 2 H atomunu birbirine bağlayınız.

IV. 3 C ve 6 H atomunu birbirine tekli bağ kullanarak bağlayınız.

V. 5 C ve 12 H atomunu birbirine bağlayınız.

Değerlendirme

1. Oluşturduğunuz molekülleri sınıflandırarak bu moleküllerin IUPAC adlarını yazınız.

2. Verilen örneklerin hangilerinde aynı atomları kullanarak birden fazla molekül oluşturabilirsiniz? Oluşturduğunuz bu molekülleri adlandırınız.

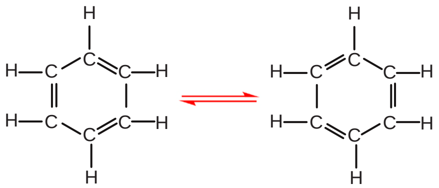
Aromatik Hidrokarbonlar

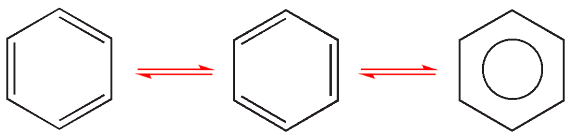
Başlarken

Tıp fakültesinden 1854'te mezun olan Joseph Lister (Cozıf Listır), kangrene gözle görülmeyen mikropların neden olduğuna inanıyor ancak bu durumu nasıl önleyeceğini bilmiyordu. Lister, katrandan elde edilen katran yağının kanalizasyona dökülünce kokuları önlediğini ve katran yağından fenol adlı bir madde üretildiğini duymuştu. İngiliz doktor, 1865'te bacağında parçalı kırık olan bir çocuğun açık yarası kangren olmasın diye fenol kullanmaya karar verdi. Tüm aletlerini ve ellerini fenol içeren sıvıyla silerek çocuğun yarasının üzerine fenollü sıvıya batırılmış bezler bağladı. Yaranın pansumanını da fenollü sıvıya batırılmış bezlerle yaptı. Altı hafta sonra çocuk kangren olmadan iyileşti. Bu olaydan sonra ameliyathanelerde fenol çözeltisi kullanılmaya başlandı ve hastaların ameliyat sonrasında kangrenden ölüm oranı %80'den %10'a düştü.

Sizce fenol çözeltisi hangi özelliğinden dolayı kangreni önlemiş olabilir?

Aromatik hidrokarbonlar benzenden türeyen halkalı bileşiklerdir. Aromatik bileşiklerin en önemli kaynakları petrol ve kömürdür. Genellikle kokulu oldukları için bu bileşikler **aromatik hidrokarbon (aren)** olarak adlandırılır. Bu grubun en basit üyesi C_6H_6 formülüne sahip benzendir. Alman kimyacı Friedrich August Kekule (Fredrih Agust Kekule), yaptığı çalışmalar sonucunda benzenin yapısını şöyle açıklamıştır: "Benzenin karbon atomları birbirine tek ve çift bağlarla bağlanarak düzlem altıgen bir halka oluşturur. Her bir karbon atomuna bir hidrojen atomu bağlıdır. Moleküldeki ikili bağlar karbonlar arasında sürekli yer değiştirir (rezonans yapı). Rezonans yapı karbon atomları arasındaki tüm bağları özdeş hâle getirir ve benzeni oldukça kararlı yapar. Benzen, kararlı yapısından dolayı pi bağı içermesine rağmen katılma tepkimesi vermez."





Benzenin Kekule yapısı

Benzen; oda koşullarında sıvı hâlde, renksiz, kendine has kokusu olan, içilmesi ve buharının solunması çok tehlikeli bir maddedir. Ticari öneme sahip olan benzen, birçok aromatik bileşiğin sentezinde kullanılır. Apolar bileşikler için de iyi bir çözücüdür. İlaç, boya, deterjan, böcek ilacı, motor yakıtı, plastik, sentetik kauçuk, yapıştırıcı ve patlayıcı üretiminde benzenden yararlanılır.

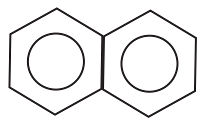
Aromatik bileşiklerden bir hidrojen atomu çıkarıldığında geriye kalan gruba **aril grubu** denir. Benzenden bir hidrojen atomu çıkarılırsa **fenil grubu** (C_6H_5—) oluşur. Fenile farklı atomların ve atom gruplarının bağlanması sonucunda ise benzen türevleri meydana gelir.

Naftalin



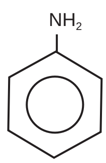
Görsel 3.1: Naftalin

Kömürün damıtılmasından elde edilen naftalin ($C_{10}H_8$), iki benzen halkasının kaynaşmasından oluşmuş aromatik bir hidrokarbondur (Görsel 3.1). Oda koşullarında kristal yapılı, beyaz, kolayca süblimleşen bir katıdır. Kendine has keskin kokusu nedeniyle naftalin, güvelerin yünlü kumaşlardan uzaklaştırılmasında ve lavabolardaki kötü kokuların giderilmesinde kullanılır.



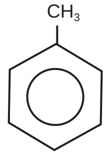
Anilin (Aminobenzen)

Anilin, benzendeki hidrojen atomlarından birinin amino (—NH_2) grubu ile yer değiştirmesi sonucu oluşan aromatik bir bileşiktir. Bazik özellik gösterir. Anilin oda koşullarında renksiz, yağ görüntüsünde ve zehirli bir sıvıdır. Vernik, poliüretan köpük, mürekkep, kauçuk, lastik üretiminde ve boya sanayisinde kullanılır.



Anilin

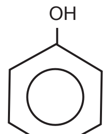
Toluen (Metilbenzen)



Toluen

Benzen halkasındaki hidrojen atomlarından birinin çıkıp yerine metil (—CH_3) grubunun geçmesiyle toluen oluşur. Toluen aromatik hidrokarbon bileşiğidir. Plastik, boya, yapıştırıcı ve patlayıcı üretiminde kullanılan renksiz, kendine has kokusu olan ve kolay tutuşabilen bir sıvıdır. Apolar maddeler için iyi bir çözücüdür.

Fenol (Hidroksibenzen)

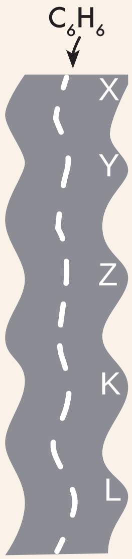


Fenol

Fenol, benzendeki hidrojen atomlarından birinin hidroksil (—OH) grubu ile yer değiştirmesi sonucu oluşan aromatik bir bileşiktir. Zayıf asit özelliği gösterir ve oda koşullarında katı hâldedir. Mikrop öldürücü özelliğinden dolayı dezenfektan üretiminde fenolden yararlanılır. Fenol ayrıca plastik, böcek ilacı, vernik ve boya üretiminde kullanılır.

Sıra Sizde

Aşağıdaki görselde benzen molekülü bir yola çıkmış ve uğradığı duraklarda bazı değişiklikler geçirmiştir. **Benzen molekülünün bu yolculuğu ile ilgili verilen ifadelerdeki boşlukları uygun şekilde doldurunuz.**



X durağında benzenden bir .... atomu çıktığında fenil grubu oluşuyor.

Y durağında fenile bağlanan .... grubu, bileşiğe zayıf asit özelliği katıyor ve bileşik antiseptik olarak kullanılıyor.

Z durağında fenile –CH_3 grubu bağlanmasıyla oluşan bileşik yaygın olarak .... şeklinde adlandırılıyor.

K durağında fenile bağlanan .... grubu, oluşan bileşiğin turnusol kâğıdını maviye çevirmesine neden oluyor ve bileşik boya sanayisinde kullanılıyor.

L durağında başka bir benzen halkası ile kaynaşıyor ve kendine özgü kokusu nedeniyle güve kovucu olarak kullanılan .... bileşiğini oluşturup yolculuğunu tamamlıyor.

3.2. FONKSİYONEL GRUPLAR

Başlarken



Bir organik bileşiğin hangi sınıfa ait olduğunu ve hangi tepkimeleri vereceğini ne belirleyebilir?

Giyecekler düzenlenirken kışlık, yazlık, günlük, bayramlık şeklinde sınıflandırılır. Bu sınıflandırma yapılırken giyeceklerin kalınlık, renk, desen gibi özelliklerinden yararlanılır. Organik moleküllerin gruplanmasında da benzer bir durum söz konusudur. Sayıları milyonlarla ifade edilen organik moleküllerin her birinin özellikleri bir şekilde benzersiz olsa da bu organik moleküller işlevsel gruplarına göre sınıflandırılır.

Organik bileşiklerin sınıflandırılması içerdikleri fonksiyonel gruba göre yapılabilir. Bir fonksiyonel grup, ikili ya da üçlü bağ içerebilir veya farklı atomların (azot, oksijen, fosfor, halojen) bir araya gelmesiyle oluşabilir. Fonksiyonel grup, yapısında bulunduğu maddenin hangi fiziksel özelliklere sahip olduğunu ve moleküllerin hangi tür kimyasal tepkimeleri gerçekleştireceklerini belirler. Bununla birlikte bağlandığı moleküllerin daha aktif olmasını sağlar. Aynı türde fonksiyonel grup içeren farklı moleküller benzer tepkimeleri verir. Buna göre az sayıda fonksiyonel grubun özellikleri öğrenilerek birçok organik bileşiğin kimyasal davranışları anlaşılabilir. Fonksiyonel gruplar radikal gruplara bağlanarak organik bileşik sınıflarını oluşturur. Belli başlı fonksiyonel gruplar şunlardır:

Hidroksil Grubu

Hidroksil grubu (—OH) alkollerin fonksiyonel grubudur. Hidroksil grubunun alkil grubuna (R—) bağlanmasıyla **alkoller** oluşur. Alkoller R—OH şeklinde gösterilir.

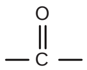
Alkoksi Grubu

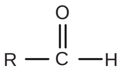
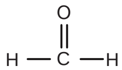
Alkoksi grubu (—OR) eterlerin fonksiyonel grubudur. Alkoksi grubunun alkil grubuna bağlanmasıyla **eterler** oluşur. Eterler R—O—R ya da R_1—O—R_2 şeklinde gösterilir.

Halojenür Grubu

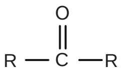
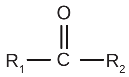
Organik kimyada halojenler X ile gösterilir. Alkil grubuna halojenür atomunun bağlanması ile **alkil halojenürler** oluşur. Alkil halojenürler R—X şeklinde gösterilir.

Karbonil Grubu

Karbonil grubu  içeren organik moleküller aldehit ve ketonlardır. Karbonil karbonunun bir tarafına alkil grubu, diğer tarafına hidrojen atomu ya da her iki tarafına da hidrojen atomu bağlanırsa **aldehitler** oluşur.

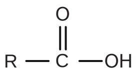
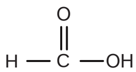
 

Karbonil karbonunun her iki tarafına farklı ya da aynı alkil grubu bağlanırsa **ketonlar** oluşur.

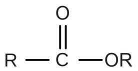
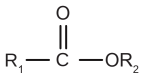
 

Karboksil Grubu

Karboksil grubu (—COOH) karboksilik asitlerin foksiyonel grubudur. Karboksil grubunun alkil grubuna ya da hidrojen atomuna bağlanması ile **karboksilik asitler** oluşur.

Karboksil grubundaki oksijen atomuna bağlı hidrojen atomunun yerine alkil grubu geçerse **esterler** oluşur.

Amino Grubu

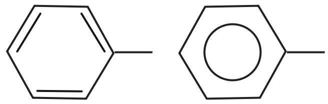
Amonyak bileşiğinden bir hidrojen çıkarsa amino grubu (—NH_2) oluşur. Alkil grubuna amino grubu (—NH_2) bağlanırsa **aminler** meydana gelir. Aminlerin genel gösterimi R—NH_2 şeklindedir.

Nitro Grubu

Alkil grubuna nitro grubu (—NO_2) bağlanması ile **nitroalkan** bileşikleri oluşur. Nitroalkanların genel gösterimi R—NO_2 şeklindedir.

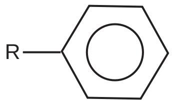
Fenil Grubu

Benzen halkasından bir hidrojen atomu ayrılırsa oluşan gruba fenil grubu ($-C_6H_5$) denir. Fenil grubuna farklı atom veya grupların bağlanmasıyla **aromatik bileşikler** oluşur.



$-C_6H_5$ $-C_6H_5$

Fenil grubu



C_6H_5-R

Aromatik bileşik

Alkenlerin fonksiyonel grubu karbon atomları arasındaki **ikili bağ** ($>C=C<$), alkinlerin fonksiyonel grubu karbon atomları arasındaki **üçlü bağ**dır ($-C\equiv C-$).

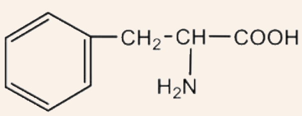
Sıra Sizde

Aşağıdaki tabloda yer alan boşlukları uygun biçimde doldurunuz.

Alkil Grubu	Fonksiyonel Grup	Organik Bileşik Sınıfı	Bileşiğin Genel Gösterimi
R —			$R-C\equiv C-H$
	$-COOR$		
	$-OR$		$R-OR$
		Alkil halojenür	$R-X$
	$-COOH$		
		Aldehit	
	$>C=C<$		
		Keton	
	$-NH_2$		
			$R-NO_2$
		Aromatik hidrokarbon	
		Alkol	

Sıra Sizde

Verilen organik bileşiklerin hangi fonksiyonel grupları içerdiğini yazınız.

a) 

b) $CH_2=CH-CH(OH)-CHO$

3.3. ALKOLLER

Alkoller ve Alkollerin Sınıflandırılması

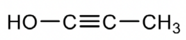
Başlarken

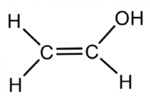
Üzüm, elma gibi meyvelerin yapısındaki şekerin fermantasyonu sonucu oluşan etil alkol; kozmetik, otomotiv, sağlık sektörlerinde geniş kullanım alanına sahiptir. Bu bileşik; kardiyovasküler sistem ve karaciğer rahatsızlıklarına, beyin hücrelerinde sinir hasarına ve neredeyse tüm organlarda hastalıklara sebep olabilir. Ayrıca ölümcül otomobil kazalarının çoğu alkollü sürücülerden kaynaklanır. Alkol kullanan annelerin bebeklerinin zihinsel engelli ve prematüre doğma ihtimali de oldukça yüksektir.

Etil alkolün dâhil olduğu bu organik bileşik sınıfı hakkında neler biliyorsunuz?

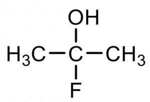
sp^3 hibritleşmesi yapmış bir veya birden çok karbon atomuna hidroksil grubunun (-OH) bağlanması ile oluşan organik bileşiklere **alkol** denir.

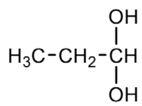
Hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomunda pi bağı içeren bileşikler alkol değildir.





Hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomunda başka bir hidroksil grubu ya da fonksiyonel grup içeren bileşikler alkol değildir.





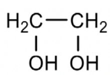
Alkoller, yapısında bulunan hidroksil grubu sayısına göre sınıflandırılabilir. Yapısında bir tane hidroksil grubu bulunan alkollere **monoalkol**, birden fazla hidroksil grubu bulunan alkollere **polialkol** denir. Monoalkollerin genel formülleri $C_nH_{2n+1}OH$ şeklindedir.

Monoalkol Örnekleri

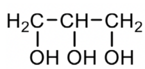
$CH_3—OH$ *Metanol*

$C_2H_5—OH$ *Etanol*

Polialkol Örnekleri

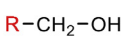


Glikol

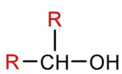


Gliserin

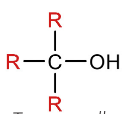
Alkoller, hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomuna göre de sınıflandırılabilir. Hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomuna **alfa (α) C atomu** denir. Alfa C atomuna bir tane alkil grubu bağlı ise bunlara **primer (birincil) alkol**, iki tane alkil grubu bağlıysa **sekonder (ikincil) alkol**, üç tane alkil grubu bağlıysa **tersiyer (üçüncül) alkol** denir.



Primer alkol



Sekonder alkol

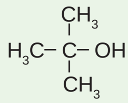


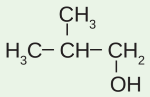
Tersiyer alkol

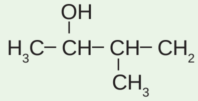
Çözümlü Soru

Aşağıda formülleri verilen alkolleri primer, sekonder ve tersiyer olarak sınıflandırınız.

a) H_3C-CH_2-OH

b) 

c) 

ç) 

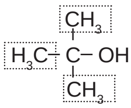
Çözüm

Hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomuna

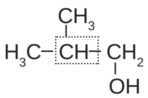
a) Bir alkil grubu bağlı olduğu için bileşik primer alkoldür.

H_3C-CH_2-OH

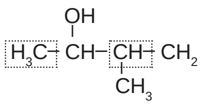
b) Üç alkil grubu bağlı olduğu için bileşik tersiyer alkoldür.



c) Bir alkil grubu bağlı olduğu için bileşik primer alkoldür.



ç) İki alkil grubu bağlı olduğu için bileşik sekonder alkoldür.

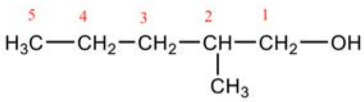


Alkollerin Adlandırılması

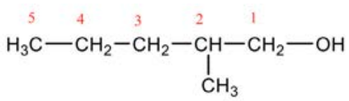
1. IUPAC Sistemine Göre Adlandırma

Alkoller IUPAC kurallarına göre adlandırılırken sırasıyla şu adımlar takip edilir:

a) Hidroksil grubunun bağlı olduğu en uzun karbon zinciri seçilir ve hidroksil grubuna en yakın uçtan başlanarak karbon atomlarına numara verilir.

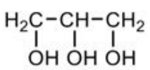


b) Karbon zincirinde bulunan yan grup ya da grupların önce numarası, sonra adı yazılır. Daha sonra hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomunun numarası eklenir. En uzun karbon zincirine denk gelen alkanın adı yazılarak alkan adının sonuna **-ol** eki getirilir ve adlandırma tamamlanır.



2-Metil-1-pentanol

c) Molekülde birden fazla hidroksil grubu varsa hidroksil gruplarının yerleri belirtilip **-ol** ekinin önüne **di, tri, tetra** gibi ifadelerden uygun olanı getirilir.

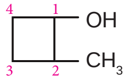


1,2,3-Propantriol

ç) Halkalı yapılarda hidroksilin bağlı olduğu karbondan başlanarak numaralandırma ve adlandırma yapılır. Halkaya hidroksil dışında bir grup bağlı değilse adlandırma yapılırken hidroksilin yeri belirtilmez.

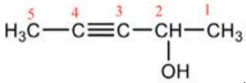


Siklobütanol



2-Metil siklobütanol

d) Molekülde çoklu bağ varsa bu bağın yeri belirtilir. Çoklu bağın numarası yazıldıktan sonra alken ya da alkinin adı eklenir. Daha sonra hidroksil grubuna bağlı karbonun numarası yazılır ve **-ol** eki getirilerek adlandırma tamamlanır.



3-Pentin-2-ol

2. Alkollerin Yaygın Adlandırılması

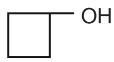
Alkollerin yaygın adlandırılması yapılırken hidroksil grubunun bağlı olduğu alkil grubunun adından sonra **alkol** kelimesi getirilir.

H_3C-OH

Metil alkol

C_2H_5-OH

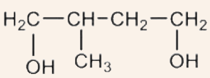
Etil alkol

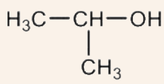


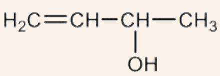
Siklobütil alkol

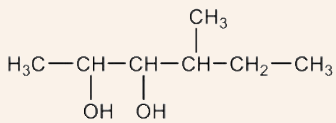
Sıra Sizde

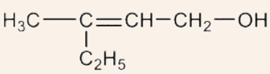
Aşağıda formülleri verilen alkolleri IUPAC sistemine göre adlandırınız.

a) 

b) 

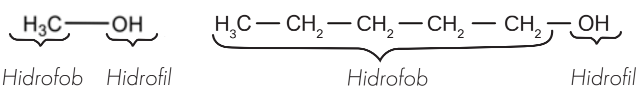
c) 

ç) 

d) 

Alkollerin Özellikleri

Düşük karbon sayılı alkoller renksiz sıvılardır. Büyük karbon sayılı alkollerin bazıları katı hâldedir. Alkoller, su ile hidrojen bağı yapabildiği için suda iyi çözünür ancak suda moleküler hâlde çözündüğü için elektrolit değildir. Monoalkollerin molekül kütlesi arttıkça sudaki çözünürlüğü azalır. Bunun nedeni alkol moleküllerinde hidrofob (suyu sevmeyen) ve hidrofil (suyu seven) grubun bulunmasıdır. Alkolün molekül kütlesi arttıkça hidrofob grup da büyür. Bunun sonucunda alkolün polarlığı ve sudaki çözünürlüğü azalır.



Alkollerin kaynama noktası aynı karbon sayılı hidrokarbonlara kıyasla daha yüksektir. Örneğin etanın kaynama noktası -89 °C iken etil alkolün kaynama noktası 78 °C'dir. Bunun nedeni alkol molekülleri arasındaki hidrojen

bağıdır. Alkollerde hidroksil grubu sayısı arttıkça hidrojen bağı sayısı da artar. Bu nedenle hidroksil grubu sayısı arttıkça alkolün kaynama noktası yükselir, sudaki çözünürlüğü artar (Tablo 3.5).

Tablo 3.5: Bazı Alkollerin Formülleri ve Kaynama Noktaları

Alkolün Adı	Alkolün Formülü	Kaynama Noktası (°C)
1-Propanol	$H_3C-CH_2-CH_2-OH$	97
1,2-Propandiol	$H_2C(HO)-CH(OH)-CH_3$	188
1,2,3-Propantriol	$H_2C(HO)-CH(OH)-CH_2(OH)$	290

Monoalkollerde molekül kütlesi arttıkça Van der Waals kuvvetleri de artar. Bunun sonuncunda monoalkollerin erime ve kaynama noktaları yükselir (Tablo 3.6).

Tablo 3.6: Bazı Alkollerin Formülleri ve Kaynama Noktaları

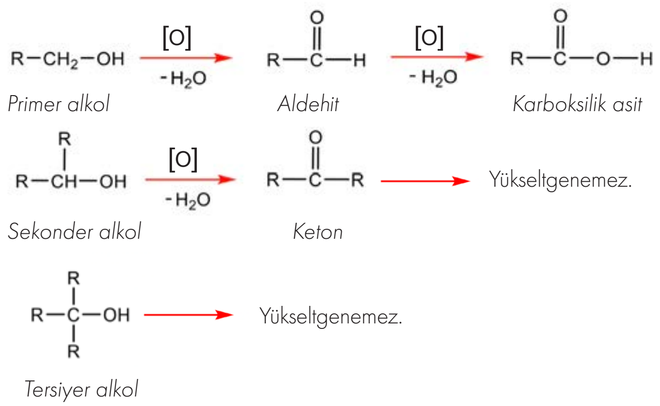
Alkolün Adı	Alkolün Formülü	Kaynama Noktası (°C)
Metanol	H_3C-OH	64
Etanol	C_2H_5-OH	78
1-Propanol	C_3H_7-OH	97
1-Bütanol	C_4H_9-OH	118

Aynı karbon sayısına sahip monoalkollerde dallanma arttıkça kaynama noktası düşer. Bunun nedeni, molekül dallandıkça moleküllerin temas yüzeyinin azalması ve Van der Waals kuvvetlerinin zayıflamasıdır (Tablo 3.7).

Tablo 3.7: Bazı Alkollerin Formülleri ve Kaynama Noktaları

Alkolün Adı	Alkolün Formülü	Kaynama Noktası (°C)
1-Bütanol	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	118
2-Bütanol	$H_3C-CH_2-CH(OH)-CH_3$	100
2-Metil-2-propanol	$H_3C-C(OH)(CH_3)-CH_3$	83

Alkoller, hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomundaki hidrojen sayısı kadar yükseltgenir. Primer alkoller bir kademe yükseltgendiğinde aldehide, iki kademe yükseltgendiğinde karboksilik aside dönüşür. Sekonder alkoller ise bir kademe yükseltgendiğinde ketona dönüşür. Tersiyer alkoller yükseltgenemez. Kimyasal tepkime denklemlerinde tepkime okunun üstündeki [O] ifadesi yükseltgenmeyi gösterir.



Sıra Sizde

Aşağıda adları verilen alkollerin yapı formüllerini yazarak kaynama noktalarını karşılaştırınız.

a) Etil alkol

b) n-bütil alkol

c) 2,3-Bütandiol

ç) Tersiyer bütil alkol

Bazı Alkollerin Kullanım Alanları

Metanol (Metil Alkol)

En basit alkol olan metanol (CH_3-OH), önceleri odunun havasız ortamda ve yüksek sıcaklıkta damıtılması ile elde edildiğinden **odun alkolü** olarak da adlandırılır. Günümüzde ise metanol, karbon monoksit ve hidrojenin bir katalizörle yüksek sıcaklık ve basınçta tepkimesi sonucu elde edilir.

$$CO(g) + 2H_2(g) \longrightarrow CH_3OH(s)$$

Metanol; çözücü, antifriz ve yakıt olarak kullanılır. Ayrıca yapıştırıcı imalatında da metanolden yararlanılır. Oldukça zehirli bir madde olan metanol körlüğe hatta ölüme sebep olabilir. Metanol buharının giysilere bol miktarda bulaşması da zehirlenmelere yol açabilir.

Etanol (Etil Alkol)

Homolog alkol serisinin üyelerinden biri de etanoldür (C_2H_5-OH). Etanol, nişastalı ya da şekerli bitkilerin fermantasyonu sonucu üretilebildiği için **tahıl alkolü** olarak da adlandırılır.

$$C_6H_{12}O_6(suda) \xrightarrow{\text{Zimas}} 2C_2H_5OH + 2CO_2 + ATP$$

Endüstriyel kullanım için etanol elde etmenin farklı yolları vardır. Bunlardan biri etileni katalizör eşliğinde su ile reaksiyona sokmaktır. Bu olayın kimyasal denklemi şu şekildedir:

$$CH_2{=}CH_2(g) + H_2O(s) \xrightarrow[H_2SO_4]{HgSO_4} C_2H_5OH(s)$$

Endüstriyel kullanım için etanol üretmenin bir diğer yolu ise etil halojenürü (C_2H_5X) sodyum hidroksit ya da potasyum hidroksidin seyreltik çözeltisi ile ısıtmaktır. Bu olayın kimyasal denklemi şu şekildedir:

$$C_2H_5\text{-}X + NaOH(suda) \xrightarrow{\text{ısı}} C_2H_5OH(s) + NaX$$



Görsel 3.2: Biyoetanol

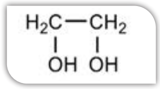
Nişastalı ya da şekerli bitkilerin fermantasyonu sonucu üretilen etanol (Görsel 3.2), motorlu araçlarda biyoyakıt olarak kullanılır. İyi bir çözücü olan etanolden ilaç, parfüm ve kolonya üretiminde yararlanılır. Etanol, antiseptik özelliği nedeniyle sağlık alanında da sıklıkla kullanılır.

Propanol: Monoalkollerin üçüncü üyesi olan propanol (CH_3-CH_2-CH_2-OH) oda şartlarında renksiz bir sıvıdır. Yazıcı mürekkeplerinde, boyalarda ve kozmetik ürünlerinde çözücü olarak propanolden yararlanılır. İzomeri olan izopropil alkol, dezenfektan özelliğinden dolayı sabun ve losyonlarda antiseptik olarak kullanılır.

Bütanol: Monoalkollerin dördüncü üyesi olan n-bütanol (CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH) oda koşullarında şeffaf ve renksiz bir sıvıdır. Suda metanol ve etanol gibi iyi çözünmez. Sanayide diğer alkoller gibi çözücü olarak kullanılır. Ayrıca bütanolden araç motorlarında yakıt olarak da yararlanılır.

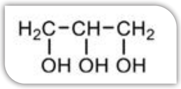
Etandiol (Glikol)

Glikol renksiz, tatlı ve zehirli bir sıvıdır. Yüksek kaynama noktası nedeniyle otomobil radyatörlerinde antifriz olarak kullanılır. Boya sanayisinde, tekstil ve tütün ürünlerinin işlenmesinde de glikolden yararlanılır.



Propantriol (Gliserin)

Yağlardan sabun üretimi sırasında yan ürün olarak açığa çıkan gliserin berrak ve renksiz bir sıvıdır. Gliserin; başta sabun olmak üzere pek çok temizlik ürününde, katkı maddesi olarak gıdalarda, reçine üretiminde ve öksürük şuruplarında sıklıkla kullanılır. Bu bileşiğin nitrik asitle verdiği tepkime sonucunda trinitrogliserin adı verilen patlayıcı elde edilir.



3.4. ETERLER

Eterlerin Sınıflandırılması

Başlarken

Dietil eterin keşfinden önce ameliyatlar nasıl yapılıyordu?



Cerrahi anestezinin bulunuşu, insanlık tarihindeki en önemli gelişmelerden biridir. Ağrısız cerrahi girişim çalışmaları doğrultusunda eterin kullanılması anestezi ve cerrahide yeni bir çağ başlatmıştır. Eter daha önce birçok bilim insanı tarafından anestezik olarak kullanılsa da kalabalık bir grup önünde eter kullanarak ağrısız diş çekimi gerçekleştiren ilk kişi William Morton'dır (Vilyım Mortın). Morton, bu uygulamada iki ucu olan balon şeklinde bir aparat kullanmıştır. Balonun içini belli oranda eter ile dolduran Morton, uçlardan birini hastanın ağzına yerleştirmiş; diğer ucu ise açık bırakmıştır. Bu, aparat kullanılarak gerçekleştirilen ilk anestezi uygulamasıdır.

Aynı oksijen atomuna bağlı iki alkil veya aril grubunu içeren bileşiklere **eter** denir. Eterlerin genel formülü $C_nH_{2n+2}O$ şeklindedir. Oksijen atomunun her iki tarafındaki alkil ya da aril grupları aynı ise bunlara **simetrik (basit) eter**, farklı ise **asimetrik (karışık) eter** adı verilir. Simetrik eterlerin genel gösterimi R-O-R, asimetrik eterlerin genel gösterimi ise R_1-O-R_2 şeklindedir.

$CH_3 — O — CH_3$
Simetrik (basit) eter

$H_3C — O — C_2H_5$
Asimetrik (karışık) eter

Eterlerin Adlandırılması

1. IUPAC Sistemine Göre Adlandırma

Eterler IUPAC kurallarına göre adlandırılırken sırasıyla şu adımlar takip edilir:

a) Oksijen atomuna bağlı en uzun karbon zinciri seçilir ve oksijen atomuna en yakın uçtan başlanarak karbon atomlarına numara verilir.

$H_3C — O — \underset{1}{CH_2} — \underset{2}{CH_2} — \underset{3}{CH_2} — \underset{4}{CH_3}$

b) Oksijen atomuna bağlı karbon sayısı az olan diğer alkilin sonundaki **-il** eki yerine **-oksi** eki getirilir. Bu gruba **alkoksi** denir. Bileşik adlandırılırken alkoksi grubunun yeri ve adı belirtilir. Daha sonra en uzun zincire karşılık gelen alkan adı yazılır.

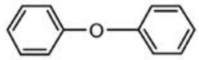
$H_3C — O — \underset{1}{CH_2} — \underset{2}{CH_2} — \underset{3}{CH_2} — \underset{4}{CH_3}$
1-Metoksi bütan

2. Eterlerin Yaygın Adlandırılması

a) Simetrik eterler adlandırılırken alkilin ya da arilin adının başına **-di** eki getirilir ve sona **eter** sözcüğü eklenir.

$C_2H_5-O-C_2H_5$

Dietil eter

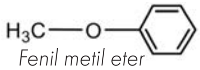


Difenil eter

b) Asimetrik eterler adlandırılırken oksijene bağlı alkil ya da aril grubunun adı alfabetik sırayla yazılır ve grup adının sonuna **eter** sözcüğü getirilir.

$H_3C-O-C_2H_5$

Etil metil eter

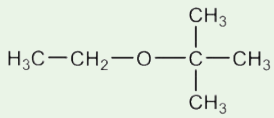


Fenil metil eter

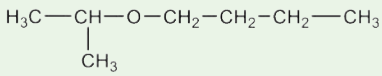
Çözümlü Soru

Aşağıda formülleri verilen bileşiklerin IUPAC adlarını yazınız.

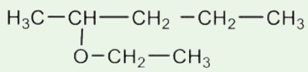
a)



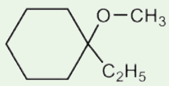
b)



c)

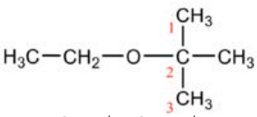


ç)



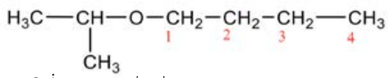
Çözüm

a)



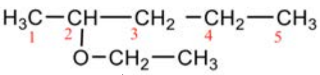
2-Etoksi-2-metil propan

b)



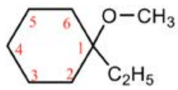
1-İzopropoksi bütan

c)



2-Etoksi pentan

ç)

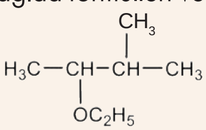


1-Etil-1-metoksi siklohekzan

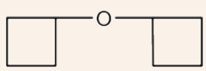
Sıra Sizde

1. Aşağıda formülleri verilen eterlerin adlarını yazınız.

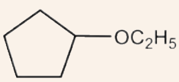
a)



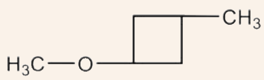
b)



c)



ç)



2. Aşağıda adları verilen eterlerin formüllerini yazınız.

a) Etil fenil eter

b) Divinil eter

c) 2-metoksi hekzan

ç) Etoksi benzen

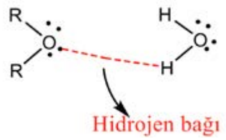
Eterlerin Özellikleri

Eterler; kendilerine has kokuları olan, renksiz, polar bileşiklerdir. Eterlerin kaynama noktası, aynı molekül kütlesine sahip alkollere göre daha düşüktür (Tablo 3.8) çünkü eter molekülleri birbiriyle hidrojen bağı oluşturamaz.

Tablo 3.8: Bazı Eter ve Alkollerin Kaynama Noktalarının Karşılaştırılması

Bileşiğin Adı	Bileşiğin Formülü	Kaynama Noktası (°C)
1-Bütanol	$C_4H_9—OH$	118
Dietil eter	$C_2H_5—O—C_2H_5$	34
Etil metil eter	$H_3C—O—C_2H_5$	7,4
1-Propanol	$C_3H_7—OH$	97

Eter molekülleri kendi arasında hidrojen bağı oluşturamaz fakat su molekülleri ile hidrojen bağı oluşturabilir. Bu nedenle eter molekülleri suda az da olsa çözünür ancak eter moleküllerindeki alkil grupları büyüdükçe oluşan hidrofobik etki nedeniyle büyük eter molekülleri suda çözünmez.



Eterler düşük moleküler polariteye sahiptir ve çok fazla reaktif özellik göstermez. Bu nedenle eterlerin verdiği tepkimeler sınırlıdır. Eterler yanma tepkimesi verebildiği için bu bileşiklerle çalışılırken dikkatli olunmalıdır.

Eterler, oksijenle yavaş yavaş reaksiyona girer ve patlayarak ayrışabilen kararsız peroksit bileşikleri oluşturur. Bu nedenle laboratuvarda çalışılırken eter şişelerinin kapakları açık bırakılmamalıdır.

Eterlerin Çözücü Özellikleri

Eterlerde oksijen atomunun ortaklanmamış elektron çiftleri vardır. Bu elektron çiftleri sayesinde eterler polar molekül özelliği gösterir. Polar olmaları eterlere çözücülük özelliği kazandırır.

Eterlerde C-O bağı kolay kopmadığından eter molekülleri, kimyasal reaksiyonlara karşı oldukça ilgisiz ve inert bileşiklerdir. Eterler alkollerle ve zayıf asit-bazlarla genellikle tepkimeye girmez. Kimyasal tepkimelerde çözücünün tepkimeye katılmaması önemli olduğundan eterler çözücü olarak tercih edilir.

Eter dendiğinde akla ilk gelen, simetrik eter sınıfında yer alan dietil eterdir. Dietil eter iyi bir çözücüdür ve suda çözünmeyen pek çok organik bileşiği çözer. Normal basınçta 36 °C'de kaynar ve bu nedenle kolayca buharlaşır. Dietil eter, bu özellikleri nedeniyle organik bileşiklerin özütlenmesinde tercih edilir.

Deney

Deney sırasında laboratuvarda uyulması gereken güvenlik kurallarına dikkat ediniz.

40 dakika

Eterin Çözücü Özelliği

Amaç

Eterin çözücü özelliğini gözlemleme.

Araç Gereç

- Hassas terazi
- 100 gram ıspanak
- 100 mL saf su
- 50 mL dimetil eter
- Süzgeç kâğıdı
- Huni
- Ayırma hunisi
- Havan
- Erlen

Deneyin Yapılışı

- 100 g ıspanağı havanda iyice eziniz.
- Havana 40 mL su ekleyip ıspanağı 5 dakika daha ezmeye devam ediniz.
- Huniyi süzgeç kâğıdıyla kaplayarak ıspanağı erlenin içine süzünüz.
- Erlenin içindeki süzüntünün üzerine ellişer mL su ve eter ekleyiniz.
- Karışımı ayırma hunisine aktararak bir süre bekleyiniz.

Sizden sonra gelecek grubu da göz önünde bulundurunuz ve kullandığınız malzemeleri toplamadan laboratuvardan ayrılmayınız.

Değerlendirme

1. Eterin bu deneydeki rolü nedir?

2. Ayırma hunisinde nasıl bir olay gözlemlediniz?

3. Bu deneyde eter dışında hangi maddeler kullanılabilir?

Fonksiyonel Grup İzomerliği

Molekül formülleri aynı, açık formülleri ve fonksiyonel grupları farklı olan bileşikler birbirinin fonksiyonel grup izomeridir. Aynı karbon sayılı alkoller ve eterler de birbirinin fonksiyonel grup izomeridir. Örneğin dietil eter ve bütanol bileşiklerinin her ikisinin de molekül formülü $C_4H_{10}O$ şeklindedir ancak yapı formülleri ve fonksiyonel grupları aynı değildir. Bu nedenle iki bileşik birbirinin fonksiyonel grup izomeridir.

$C_2H_5—O—C_2H_5$ *Etoksi etan (dietil eter)*

$H_3C—CH_2—CH_2—CH_2—OH$ *1-Bütanol*

Çözümlü Soru

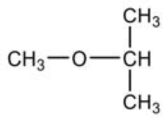
Aşağıdaki alkol ve eter çiftlerinin fonksiyonel grup izomeri olup olmadığını bulunuz.

a) 2-Metoksi propan ve izobütil alkol

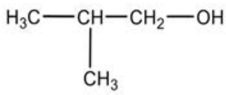
b) 2-Metil-2 propanol ve metoksi etan

Çözüm

a) Her iki bileşikteki karbon sayılarına bakılır. Karbon sayıları aynı ise iki bileşik birbirinin fonksiyonel grup izomeridir.



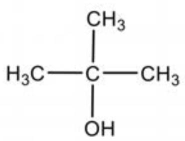
2-Metoksi propan



İzobütil alkol

Her iki bileşik de 4 karbonludur ancak bileşiklerin açık formülleri ve fonksiyonel grupları farklıdır. Bu nedenle iki bileşik fonksiyonel grup izomeridir.

b)



2-Metil-2 propanol

$H_3C—O—C_2H_5$

Metoksi etan

Bileşiklerin karbon sayıları aynı olmadığı için bu iki bileşik birbirinin izomeri değildir.

Sıra Sizde

Metil propil eterin izomeri olan bileşikleri yazarak adlandırınız.

3.5. KARBONİL BİLEŞİKLERİ

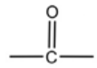
Aldehit ve Ketonlar

Başlarken

Acı badem kurabiyesindeki badem, elmalı turtadaki tarçın ve karanfil çayına karanfil kokusunu veren madde hangi organik bileşik sınıfına girer?

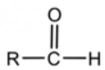


Aldehit ve ketonlar karbonil grubu içeren bileşiklerdir. Oksijen atomunun çift bağ ile karbon atomuna bağlanması sonucu **karbonil grubu** oluşur.

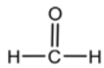


Karbonil grubu

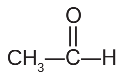
Karbonil grubuna bir hidrojen ve bir radikal grubun bağlanmasıyla oluşan bileşiklere **aldehit** denir. Aldehitlerin ilk üyesi olan formaldehit bileşiğinde karbonil grubuna iki hidrojen atomu bağlanmıştır.



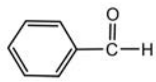
Aldehit



Formaldehit



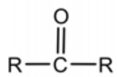
Asetaldehit



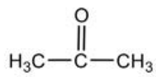
Benzaldehit

Karbonil grubu aldehitlerde zincirin uç kısmında, ketonlarda ise iç kısmında yer alır.

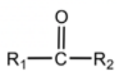
Karbonil grubuna iki radikal grubun bağlanmasıyla oluşan bileşiklere **keton** denir. Karbonil grubuna bağlı radikal gruplar aynı ise bunlara **basit (simetrik) keton**, farklıysa **karışık (asimetrik) keton** adı verilir.



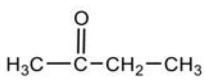
Basit (simetrik) keton



Aseton

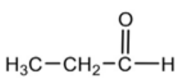


Karışık (asimetrik) keton

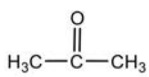


Bütanon

Aldehit ve ketonların genel formülü $C_nH_{2n}O$ şeklindedir. Aynı karbon sayılı aldehit ve ketonlar birbirinin fonksiyonel grup izomeridir. Aşağıda verilen iki bileşiğin genel formülleri C_3H_6O şeklindedir fakat yapı formülleri farklıdır. Bu nedenle iki bileşik birbirinin fonksiyonel grup izomeridir.



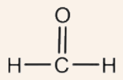
Aldehit

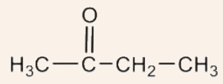


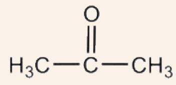
Keton

Sıra Sizde

Aşağıdaki bileşiklerin -varsa- fonksiyonel grup izomerlerini yazınız.

a) 

b) 

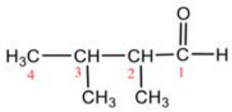
c) 

Aldehit ve Ketonların Adlandırılması

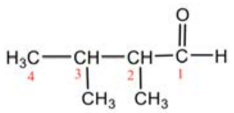
1. Aldehitlerin Adlandırılması

Aldehitler IUPAC kurallarına göre adlandırılırken şu adımlar takip edilir:

a) Karbonil grubunu içeren en uzun zincir (ana zincir) belirlenir ve karbonil grubunun bulunduğu karbon 1 numarayı alacak şekilde karbon atomları numaralandırılır.



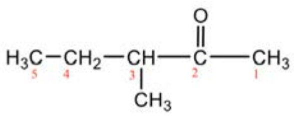
b) Yan grupların bağlı olduğu karbon atomunun numaraları ve yan grupların adı belirtilir. Daha sonra ana zincirdeki karbon sayısına karşılık gelen alkanın adının sonuna **-al** eki getirilir.



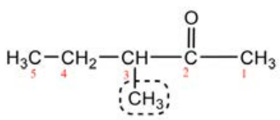
2,3-Dimetil bütanal

2. Ketonların Adlandırılması

a) Karbonil grubu içeren en uzun zincir belirlenir ve karbonil en küçük numarayı alacak şekilde karbon atomları numaralandırılır.

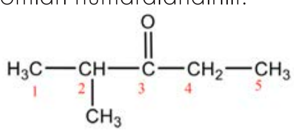


b) Yan grup ya da grupların adı, bağlı olduğu karbon atomunun numarası ve aynı gruptan birden fazla varsa sayısı belirtilir. Daha sonra karbonil grubunun yeri belirtilir ve ana zincire karşılık gelen alkanın sonuna **-on** eki getirilir.



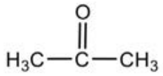
3-Metil-2-pentanon

c) Karbonil grubu karbon zincirinin uçlarına eşit uzaklıkta ise yan grubun yakın olduğu uçtan başlanarak karbon atomları numaralandırılır.

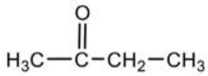


2-Metil-3-pentanon

d) Üç ve dört karbonlu ketonlarda karbonil grubu farklı konumlara yazılamaz. Bu nedenle adlandırma yapılırken karbonil grubunun yeri belirtilmez.

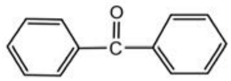


Propanon

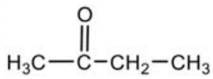


Bütanon

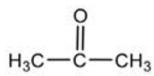
Ketonların yaygın adlandırılmasında karbonil grubuna bağlı radikal grupların adları alfabetik sıraya göre yazıldıktan sonra grup adına **keton** kelimesi getirilir.



Difenil keton



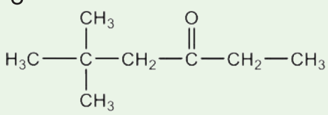
Etil metil keton

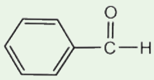


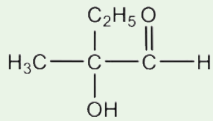
Dimetil keton (aseton)

Çözümlü Soru

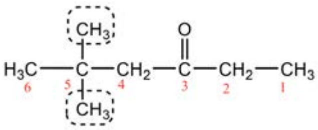
1. Aşağıda formülleri verilen aldehit ve ketonları IUPAC sistemine göre adlandırınız.

a) 

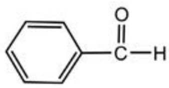
b) 

c) 

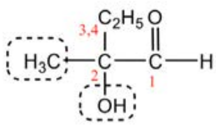
Çözüm

a) 

5,5-Dimetil-3-hekzanon

b) 

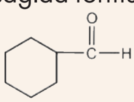
Fenil metanal

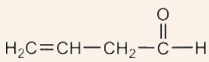
c) 

2-Hidroksi-2-metil bütanal

Sıra Sizde

1. Aşağıda formülleri verilen aldehit ve ketonları IUPAC sistemine göre adlandırınız.

a) 

b) 

2. Aşağıda adları verilen aldehit ve ketonların formüllerini yazınız.

a) 3-Metil-2-bütanon **b)** 2,2,4-Trimetil-3-pentanon

Aldehit ve Ketonların Özellikleri

Aldehit ve ketonların yapısındaki karbonil grubunun polarlığı oldukça yüksektir. Bu nedenle aldehit ve ketonların kaynama noktaları aynı sayılı hidrokarbonlardan yüksektir ancak bu bileşiklerin kaynama noktası, molekülleri arasında hidrojen bağı bulunan aynı karbon sayılı alkollerin kaynama noktasından daha düşüktür (Tablo 3.9).

Tablo 3.9: Bazı Organik Bileşiklerin Kaynama Noktaları

Bileşik Adı	Bileşik Formülü	Kaynama Noktası (°C)
n-bütan	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$	-1
Bütanal	$H_3C-CH_2-CH_2-C(=O)-H$	75
Bütanon	$H_3C-C(=O)-CH_2-CH_3$	79
2-Bütanol	$H_3C-CH_2-CH(OH)-CH_3$	100

Aldehit ve ketonlar, polar yapılı çözücülerde (su vb.) çözünür. Karbon sayısı arttıkça aldehit ve ketonların polarlıkları azalacağı için çözünürlükleri de azalır fakat Van der Waals kuvvetlerinin gücü artar. Böylece bileşiklerin kaynama noktası yükselir (Tablo 3.10).

Tablo 3.10: Bazı Aldehitlerin Kaynama Noktaları

Bileşik Adı	Bileşik Formülü	Kaynama Noktası (°C)	Sudaki Çözünürlük
Metanal	$H-C(=O)-H$	-21	Çözünür.
Etanal	$CH_3-C(=O)-H$	21	Çözünür.
Propanal	$CH_3-CH_2-C(=O)-H$	46	Az çözünür.
Bütanal	$CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-H$	75	Çok az çözünür.

Aldehit ve ketonlar benzer kimyasal tepkimeler verir fakat ketonlar, aldehitlerden farklı olarak karbonil grubuna bağlı hidrojen atomu bulundurmaz. Bu nedenle aldehitler yükseltgenme tepkimesi verirken ketonlar genellikle bu tepkimeyi veremez.

Aldehitlerde karbonil grubuna bağlı hidrojen atomu bulunduğu için aldehitler karboksilik asitlere yükseltgenir. Yükseltgen olarak $KMnO_4$ ya da $K_2Cr_2O_7$ bileşiklerinin asitli çözeltileri kullanılır.

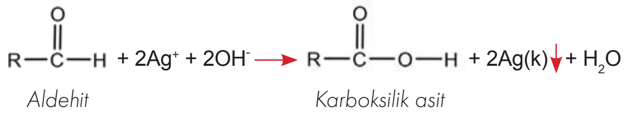


Aldehit *Karboksilik asit*

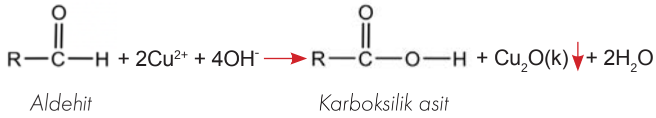
Aldehitler, bazik ortamda Fehling ve Tollens çözeltileri ile yükseltgenerek karboksilik asit oluşturur. Bu tepkimeler aldehitlerin tanınma tepkimeleridir. Tollens ayıracı amonyaklı gümüş nitrat çözeltisidir. Aldehitler, bu çözelti ile tepkimeye girerek karboksilik aside yükseltgenir. Bu sırada çözeltideki Ag^{+} iyonları Ag elementine indirgenir. Oluşan Ag elementi, kabın çeperlerine yapışarak ayna gibi bir görüntü oluşturduğu için **gümüş aynası** olarak adlandırılır (Görsel 3.3).



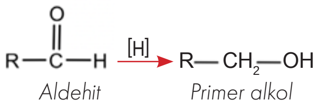
Görsel 3.3: Gümüş aynası

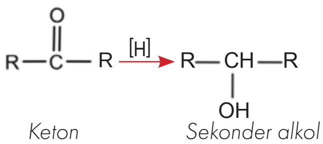


Fehling ayıracı mavi renkli kompleks bir moleküldür. Aldehitler, bu çözelti ile yükseltgenme tepkimesi vererek karboksilik aside dönüşür. Bu esnada Fehling çözeltisindeki Cu^{2+} iyonları Cu^{+} iyonlarına indirgenir ve kırmızı renkli Cu_2O bakır(I) oksit katısı şeklinde çöker. Çözelti renginin maviden kırmızıya dönüşmesi tepkimenin gerçekleştiğini gösterir.



Aldehit ve ketonlar indirgenme tepkimesi verir. Aldehitler indirgenerek primer alkolleri, ketonlar indirgenerek sekonder alkolleri oluşturur. Karbonil bileşiklerinin indirgenmesinde $LiAlH_4$ (lityum alüminyum hidrür) ve $NaBH_4$ (sodyum bor hidrür) bileşikleri yaygın olarak kullanılır. Kimyasal tepkime denklemlerinde tepkime okunun üstündeki [H] ifadesi indirgenmeyi gösterir.





Çözüm Sizde

Aldehitlerin Tollens çözeltisi ile verdiği tepkime aldehitlerin tanınma tepkimesidir. Bu tepkimeden yararlanarak aldehitleri diğer organik bileşiklerden ayırt edebilirsiniz.

- Dört adet temiz deney tüpü alınız ve tüpleri numaralandırınız.
- Deney tüplerine yeni hazırlanmış Tollens reaktifinden beşer mL koyunuz.
- İlk deney tüpüne 2 mL glikoz çözeltisi, ikinci deney tüpüne 2 mL fruktoz çözeltisi, üçüncü deney tüpüne 2 mL nişasta çözeltisi, dördüncü deney tüpüne 2 mL selüloz çözeltisi ilave ediniz. Tüpleri yaklaşık 15 dakika su banyosunda bekleterek gözlemleyiniz.

Değerlendirme

Verilen çözeltilerden hangilerinin aldehit sınıfında olduğunu açıklayınız. Moleküllerin formüllerini araştırıp yazınız ve karbonil gruplarını belirleyiniz.

Aldehit ve Ketonların Kullanım Alanları

Başlarken

Aseton, insan vücudunda lipit metabolizmasının bir yan ürünü olarak ortaya çıkar. İnsan vücudundaki normal aseton konsantrasyonu, 1 mg/100 mL kandan azdır. Kontrolsüz şeker hastalığı gibi durumlarda aseton konsantrasyonu daha yüksek seviyelere çıkar ve aseton idrarla atılır. Ağır vakalarda aseton kokusu nefeste fark edilebilir.

Aldehit ve ketonların genellikle karakteristik ve tanınabilir kokuları vardır. Örneğin 2-Heptanon, karanfile benzeyen bir kokuya sahiptir ve bu kokusunu birçok meyveye ve süt ürününe verir. Bazı aldehit ve ketonlar tatlandırıcı olarak kullanılır. Meyvelere tat, bitkilere koku veren maddeler çoğunlukla aldehittir. Sinnamaldehit tarçına, benzaldehit ise bademe kokusunu ve tadını verir. Büyük moleküllü aldehitler hoş kokuları nedeniyle parfüm yapımında kullanılır.

En basit aldehit olan formaldehit renksiz ve suda çözünür bir gazdır. Dezenfektan, antiseptik, mantar ilacı ve mumyalama sıvısı olarak kullanılan formaldehitten sentetik reçine üretiminde de yararlanılır. Ketonların en basit üyesi olan aseton, uçucu ve son derece yanıcı bir sıvıdır. Aseton; oje, yağ, mum, reçine, boya gibi pek çok madde için çözücü olarak kullanılır.

Sıra Sizde

Aşağıdaki bileşiklerden yanlarında verilen ürünü elde etmek için iki aşamalı yollar tasarlayınız. İlgili tepkimeler için gerekli koşulları ve denklemleri yazınız.

Bileşik		Ürün
a) Propen	⟶	Propanon
b) Etin	⟶	Asetaldehit

3.6. KARBOKSİLİK ASİTLER

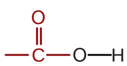
Karboksilik Asitler ve Karboksilik Asitlerin Sınıflandırılması

Başlarken

Her insanın etrafa yaydığı koku farklıdır. Bu fark, kayıp kişilerin bulunmasında işe yarar. Güçlü koku alma, kokuları hatırlama ve ayırt etme özellikleri nedeniyle iz takip köpekleri polis ekiplerinin en büyük yardımcısıdır. İz takip köpeklerinde bir insandan ortalama 40 kat daha fazla koku alma hücresi bulunur. Bu sayede köpekler, insan vücudunun salgıladığı karboksilik asit kokularını ayırt edip kayıp kişileri kolaylıkla bulur çünkü insan vücudunda bulunan karboksilik asitlerin bir kısmı ter ve idrar yolu ile dışarı atılır.



Karbonil grubuna bir hidroksil grubunun bağlanması ile oluşan yapıya **karboksil grubu** denir. Karboksil grubu içeren bileşiklere **karboksilik asit** adı verilir.



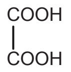
Karboksil grubu

— COOH — CO_2H

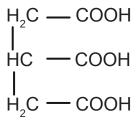
Karboksilik asitler, yapılarındaki karboksil grubu sayısına göre sınıflandırılır. Yapısında bir tane karboksil grubu bulunan karboksilik asitlere **monokarboksilik asit** denir. Genel formülleri $C_nH_{2n}O_2$ olan monokarboksilik asitler R-COOH şeklinde gösterilir.

H—COOH $\qquad$ H_3C—COOH

Yapısında birden fazla karboksil grubu bulunduran karboksilik asitlere **polikarboksilik asit** denir. Polikarboksilik asitlerin yapısında iki tane karboksil grubu varsa bunlara **dikarboksilik asit**, üç tane karboksil grubu varsa **trikarboksilik asit** adı verilir.

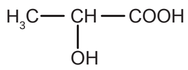


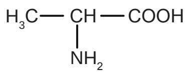
Dikarboksilik asit



Trikarboksilik asit

Yapısında hidroksil grubu bulunduran asitlere **hidroksi (oksi) asit**, amino grubu bulunduran asitlere **amino asit** denir.

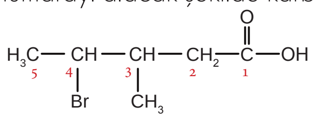




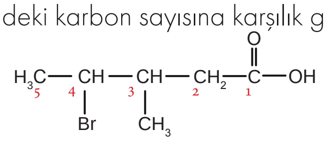
Karboksilik Asitlerin Adlandırılması

Karboksilik asitler IUPAC kurallarına göre adlandırılırken şu adımlar takip edilir:

a) Karboksil grubunu içeren en uzun karbon zinciri belirlenir ve karboksil grubunun bulunduğu karbon atomu 1 numarayı alacak şekilde karbon atomları numaralandırılır.

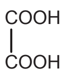


b) Yan grupların bağlı olduğu karbon atomunun numaraları ve yan grupların adı belirtilir. Daha sonra ana zincirdeki karbon sayısına karşılık gelen alkanın adının sonuna **-oik asit** ifadesi getirilir.

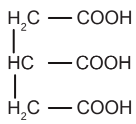


4-Bromo-3-metil pentanoik asit

c) Polikarboksilik asitlerde asidin alkan adının sonuna karboksil grubu sayısına göre **-di, -tri** gibi ekler getirilir.



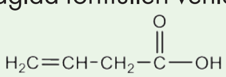
Etandioik asit

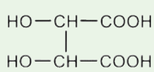


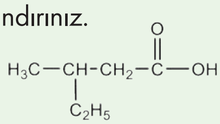
Propantrioik asit

Çözümlü Soru

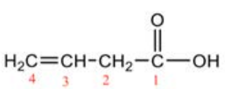
Aşağıda formülleri verilen karboksilik asitleri IUPAC sistemine göre adlandırınız.

a) 

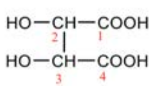
b) 

c) 

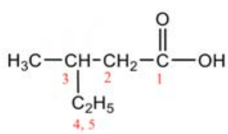
Çözüm

a) 

3-Bütenoik asit

b) 

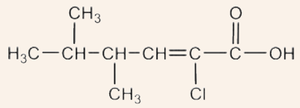
2,3-Dihidroksi bütandioik asit

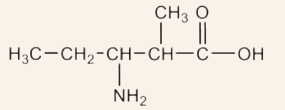
c) 

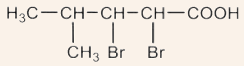
3-Metil pentanoik asit

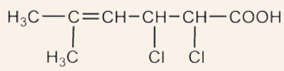
Sıra Sizde

Aşağıda formülleri verilen karboksilik asitlerin IUPAC adlarını yazınız.

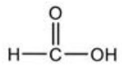
a) 

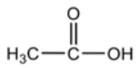
b) 

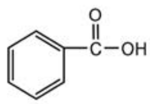
c) 

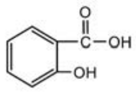
ç) 

Bazı karboksilik asitlerin özel adlarının yanında yaygın adları da vardır:


Formik asit


Asetik asit


Benzoik asit

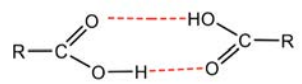

Salisilik asit

Karboksilik Asitlerin Özellikleri

Karboksilik asitler zayıf asit oldukları için suda çözündüklerinde denge tepkimesi oluşur.

$$R-COOH(suda) \rightleftharpoons R-COO^{-}(suda) + H^{+}(suda)$$

Karboksilik asitler, yapılarında bulunan karboksil grubu nedeniyle polar yapılı bileşiklerdir. Bu moleküller, birbiriyle ve su molekülleri ile kuvvetli hidrojen bağları yapar. Karboksilik asitlerin kaynama noktaları aynı karbon sayılı aldehit, keton ve alkollere göre daha yüksektir. Alkoller de hidrojen bağı yapar fakat karboksilik asitlerde dimer yapının oluşumu hidrojen bağını daha etkin kılar. Bu nedenle karboksilik asitlerin kaynama noktası aynı karbon sayılı alkollerden yüksektir (Tablo 3.11).



Tablo 3.11: Bazı Organik Bileşiklerin Formülleri ve Kaynama Noktaları

Bileşik Adı	Bileşik Formülü	Kaynama Noktası (°C)
Propanal	$H_3C-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$	48,8
Propanon	$H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$	56
Propanol	C_3H_7-OH	97
Propanoik asit	$H_3C-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$	141,2

Düz zincirli karboksilik asitlerin karbon sayıları arttıkça kaynama noktaları da artar fakat sudaki çözünürlükleri azalır. Karboksilik asitler genellikle keskin kokuludur. Bu asitlerden formik ve asetik asidin keskin ve yakıcı kokusu vardır.

Yağların yapısında bulunan asitlere **yağ asitleri** denir. Yağ asitleri genellikle uzun zincirlidir. Doymuş ve doymamış yağ asitleri olmak üzere ikiye ayrılır. Moleküllerinde ikili bağ bulunduran ($\rangle C=C \langle$) karboksilik asitlere **doymamış yağ asitleri**, ikili bağ bulundurmayan karboksilik asitlere **doymuş yağ asitleri** denir.

Karboksilik asitteki pi bağı sayısı arttıkça yağın doymamışlığı artar. Yağ asitlerinin kaynakları bitkiler, hayvanlar ve bunlardan elde edilen ürünlerdir (Tablo 3.12).

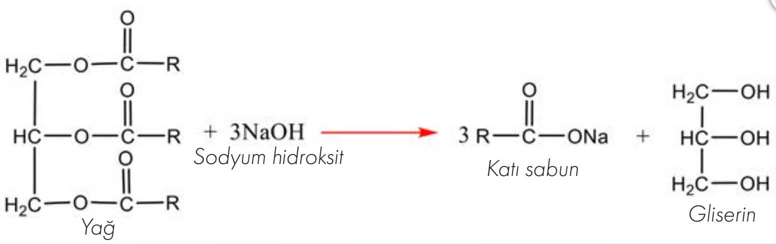
Tablo 3.12: Bazı Yağ Asitlerinin Özel Adları ve Doğal Kaynakları

Molekül Formülü	Özel Adı	Doğal Kaynağı
C_3H_7COOH	Bütirik asit	Tereyağı
$C_{11}H_{23}COOH$	Laurik asit	Hindistan cevizi yağı
$C_{15}H_{31}COOH$	Palmitik asit	Palmiye çekirdeği
$C_{17}H_{33}COOH$	Oleik asit	Hayvanlar ve bitkiler

Uzun zincirli yağ asitlerinin gliserin ile oluşturduğu triester bileşiklerine **yağ** denir. Doymamış yağ asitlerinden doymamış yağlar, doymuş yağ asitlerinden doymuş yağlar elde edilir. Yağlar bazlarla ısıtılırsa sabun (yağ asidi tuzu) ve gliserin meydana gelir (Görsel 3.4). Sabunlaşma tepkimesi adıyla bilinen bu tepkimede baz olarak NaOH kullanılırsa beyaz sabun (katı), KOH kullanılırsa arap sabunu (yumuşak) elde edilir.



Görsel 3.4: Sabun



Bazı Karboksilik Asitlerin Kullanım Alanları

Bazı karboksilik asitler ve bu asitlerin günlük hayattaki kullanım alanları şunlardır:

Formik Asit: Karınca salgısında bulunduğu için karınca asidi de denir. Mürekkep üretimi, ekmek mayası yapımı ve kuru temizleme işlemi gibi pek çok alanda kullanılır.

Asetik Asit: Sirke asidi olarak da bilinir. Cildi tahriş eder ve metalleri aşındırır. Ham madde olarak birçok kimyasalın üretiminde, katkı maddesi olarak gıda sektöründe ve çözücü olarak apolar maddelerin çözünmesi işleminde kullanılır.



Görsel 3.5: Söğüt ağacı

Salisilik Asit: Söğüt ağacından (Görsel 3.5.) elde edilen salisilik asit, bazı ağrı kesici ve ateş düşürücü ilaçlarda etken madde olarak kullanılır. Kozmetik alanında da salisilik asitten yararlanılır.

Benzoik Asit: Mantar, karanfil ve tarçın gibi gıdalarda bulunur. Gıda, kozmetik, otomotiv ve tekstil sektörlerinde kullanılır. Gıdalarda bozulmayı ve mantar oluşumunu engellediği için meyve suyu, ketçap ve reçel gibi pek çok ürünün yapımında benzoik asit ya da benzoik asitten elde edilen benzoatlardan yararlanılır.

Folik Asit: Kan yapımında, DNA ve RNA üretiminde, yeni hücre oluşumunda görev alır. Folik asit eksikliği hamilelerde ve yetersiz beslenen insanlarda sıkça görülür. Yeşil yapraklı sebzelerde, baklagillerde ve yumurta, çilek, balık, muz gibi çeşitli besinlerde bulunur.

Sitrik Asit: Halk arasında limon tuzu olarak bilinir. Metal temizleme işlerinin yanı sıra gıdaların dayanıklılığını artırmak ve bazı içeceklere tat vermek için kullanılır. Şekerleme ve ilaç yapımında da sitrik asitten yararlanılır.

Malik Asit: Meyve asididir. En çok elmada ve ekşi meyvelerde bulunur.

Ftalik Asit: Şampuan, nemlendirici, parfüm ve sprey yapımında kullanılır.

3.7. ESTERLER

Esterler

Başlarken

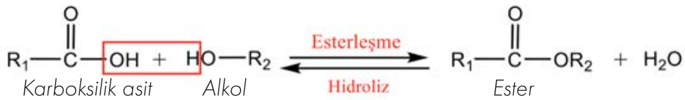
Kleopatra'nın güzellik sırrının sığla yağı olduğunu biliyor musunuz?



Sığla yağı, Muğla'da yaygın olarak bulunan sığla (günlük) ağacından elde edilir. Ağacın gövdesine yaralar açılması ve bu yaralardan çıkan balsamın kaynatılması yoluyla üretilen bu bitkisel ürün doğal bir esterdir.

Eski Mısırlılar, mumyaların hazırlanmasında sığla yağından yararlanmıştır ve bu yağ Kleopatra'nın güzellik iksiri olarak bilinir. Tıbbın kurucusu olarak tanınan Hipokrates (Hipokrat) da sığla yağını ilaç olarak kullanmıştır. Günümüzde ekonomik açıdan da büyük önemi olan sığla yağı; parfümeri, kozmetik, eczacılık gibi alanların yanı sıra ciklet ve tütünlerin kokulandırılmasında da kullanılır.

Esterler, bir karboksilik asit ve bir alkol molekülünün asit katalizörlüğünde tepkimesiyle oluşur. Bu tepkimeye **esterleşme tepkimesi** denir.

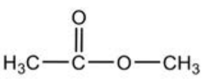


Esterleşme tepkimelerinde açığa çıkan suyun OH^- iyonu karboksilik asitten, H^+ iyonu alkolden gelir. Esterleşme tepkimeleri denge tepkimesidir. Esterlerin hidroliziyle karboksilik asit ve alkol oluşur. Taze meyve güzel kokarken çürümüş meyvenin kötü kokma sebebi esterlerin hidroliz tepkimesidir. Meyve çürüdüğünde esterler kendini oluşturan alkol ve karboksilik asitlere dönüşür. Esterler hoş kokulu, hidroliz ürünü olan karboksilik asitler ise genellikle keskin kokulu maddelerdir.

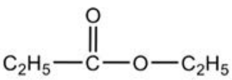
Esterlerin Adlandırılması

Esterler iki şekilde adlandırılır:

1. IUPAC adlandırması yapılırken önce alkolden gelen alkil grubunun adı yazılır. Sonra türediği asidin adının sonundaki **-oik asit** yerine **-oat** eki getirilir.

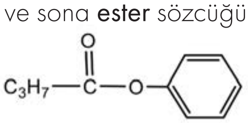


Metil etanoat
Metil asetat

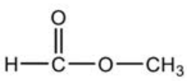


Etil propanoat
Etil propiyonat

2. Özel adlandırmada önce esteri oluşturan karboksilik asidin adı, sonra alkolden gelen alkil grubunun adı yazılır ve sona **ester** sözcüğü getirilir.



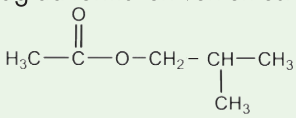
Bütirik asit fenil esteri

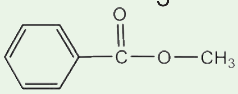


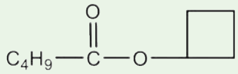
Formik asit metil esteri

Çözümlü Soru

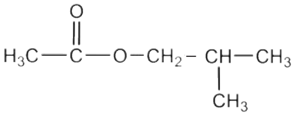
Aşağıda formülleri verilen esterleri IUPAC sistemine göre adlandırınız.

a) 

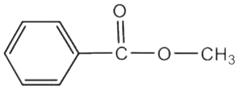
b) 

c) 

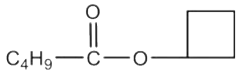
Çözüm

a) 

İzobütil etanoat

b) 

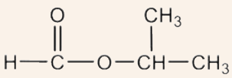
Metil benzoat

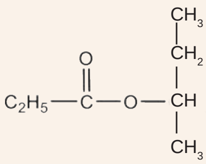
c) 

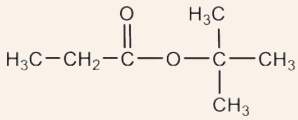
Siklobütil pentanoat

Sıra Sizde

Aşağıda formülleri verilen esterleri IUPAC sistemine göre adlandırınız.

a) 

b) 

c) 

Esterlerin Özellikleri

Doğadaki en yaygın bileşiklerden biri olan esterlerin karakteristik hoş kokuları vardır. Meyve ve çiçeklere kokularını genellikle bu bileşikler verir (Tablo 3.13). Esterler, hoş kokuları nedeniyle yapay aromaların ve parfümlerin hazırlanmasında kullanılır. Ayrıca kimya endüstrisinde de esterlerden yararlanılır. Esterler boya ve plastik sanayisinde çözücü olarak kullanılır. Ester fonksiyonel grubu, bitkisel ve hayvansal yağların yanı sıra biyolojik açıdan önemli pek çok molekülde bulunur.

Tablo 3.13: Bazı Meyvelere Kokusunu Veren Esterler

Esterin Adı	Bulunduğu Meyve
Oktil asetat	
Etil bütirat	
İzopentil asetat	
Etil hekzanoat	

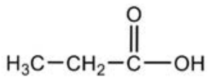
Organik bileşikler etkinliğine ulaşmak için akıllı cihazınıza karekodu okutunuz.

Esterlerin serbest hidroksil grubu yoktur. Bu bileşikler, kendi molekülleri arasında hidrojen bağı oluşturmaz. Bu nedenle esterlerin kaynama noktaları, benzer molekül kütlesine sahip alkol ve asitlere göre daha düşüktür.

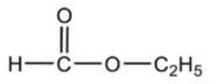
Yağ asitlerinin gliserin ile oluşturduğu esterlere **trigliserit** ya da **yağ** denir. Doymuş yağ asidi bulunduran yağlardan genellikle katı yağ, doymamış yağ asidi bulunduran yağlardan ise genellikle sıvı yağ elde edilir. Doymamış yağlar katalizör eşliğinde H_2 gazı ile doyurularak margarin üretilir.

Fonksiyonel Grup İzomerliği

Genel formülleri $C_nH_{2n}O_2$ olan aynı karbon sayılı monokarboksilik asitler ve esterler birbirinin fonksiyonel grup izomeridir. Propanoik asit ve etil metanoatın genel formülleri $C_3H_6O_2$ şeklindedir fakat yapı formülleri birbirinden farklıdır. Bu nedenle iki bileşik birbirinin izomeridir.



Propanoik asit



Etil metanoat

Sıra Sizde

Aşağıda adları verilen bileşikler ile fonksiyonel grup izomeri olan birer örnek yazınız.

a) Etil etanoat
b) 2,3-Dimetil bütanoik asit
c) Propanoik asit

Çözüm Sizde

Esterlerin de alkol, aldehit, keton ve karboksilik asitler gibi kendilerine has belirgin kokuları vardır.

Aşağıda verilenleri sırasıyla yaparak ester üretiniz.

- Üç adet temiz deney tüpü alınız ve tüpleri numaralandırınız.
- İlk deney tüpüne 3 mL etil alkol, 0,5 mL buzlu asetik asit ve 10 damla sülfürik asit koyunuz.
- İkinci deney tüpüne 3 mL izopentil alkol, 0,5 mL buzlu asetik asit ve 10 damla sülfürik asit koyunuz.
- Üçüncü deney tüpüne salisilik asit kristalleri, 2 mL etil alkol ve 10 damla sülfürik asit koyunuz.
- Su banyosu (90 °C) hazırlayınız ve her bir tüpü 3 dakika su banyosunda tutunuz.

Uyarı: Su banyosu hazırlarken asla bek alevi kullanmayınız ve ortamda kıvılcım olmadığından emin olunuz.

Değerlendirme

1. Her bir tüpte meydana gelen tepkime denklemini yazınız ve oluşacak esterleri tespit ediniz.

2. Aldığınız kokuların size neyi anımsattığını yazınız.

3. Oluşturduğunuz esterlerin özelliklerini ve kullanım alanlarını araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

Uyarı: Tüpleri asla doğrudan koklamayınız.

Yaygın Kullanılan Esterler

Uzun zincirli bir yağ asidinin uzun zincirli alkollerle oluşturduğu esterlere **mum** denir. Bu bileşikler, bitkiler ve hayvanlar tarafından koruyucu kaplamalar olarak üretilir. Mumlar; genellikle bazı böceklerin salgılarında, hayvanların deri ve tüylerinde, bitki yaprakları ve meyve kabuklarında bulunur. Bu bileşikler, doğum günlerinde kullanılan parafin mumu ile karıştırılmamalıdır. Parafin mumu petrolden elde edilen renksiz ve kokusuz bir maddedir.


Görsel 3.6: Lanolin

Koyun yünündeki yağ olan **lanolin** de bir mumdur (Görsel 3.6). Lanolin elde etmek için koyun yünü önce basit yıkama ile temizlenir. Daha sonra alkali bir bileşikle ya da sabunla yıkanır. Bu işlemler sonunda lanolin emülsiyon şeklinde elde edilir. Lanolin, su ile kararlı emülsiyonlar oluşturduğu için çeşitli cilt kremlerinde ve losyonlarda kullanılır.



Görsel 3.7: Bal mumu

İşçi arıların karın halkalarındaki salgı bezlerinden salgılanan ve petek yapımında kullanılan maddeye **bal mumu** denir (Görsel 3.7). Bal mumu, salgılandığında beyaz renklidir ancak daha sonra koyulaşır. Peteğin ham maddesi olan bal mumu, propolisle karıştırılarak balla dolu olan ya da içinde yavru bulunan petek gözlerinin kapatılmasında ve kovan içindeki yabancı maddelerin kaplanmasında kullanılır. Bal mumunun temel bileşenleri arasında doymuş ve doymamış monoesterler, diesterler, doymuş ve doymamış hidrokarbonlar ve serbest asitler vardır. Bal mumu; mum üretiminde, ilaç yapımında ve kozmetik sanayisinde sıklıkla kullanılır.

Parfüm, krem, sabun imalatında ve ilaç endüstrisinde kullanılan **balsam** ise bazı ağaçlardan sızan bir tür reçinedir.

Çözüm Sizde

Elektrikler kesildiğinde ve evde mum ya da fener bulunmadığında kendi mumunuzu portakal, zeytinyağı, meyve bıçağı ve çakmak kullanarak kolaylıkla yapabilirsiniz.



- Portakalın orta kısmından meyve bıçağıyla tam bir tur atarak portakal kabuğunu kesiniz.
- Portakalın ortasında bulunan ince uzun lifi koparmadan kabuğu portakaldan ayırınız ve iç merkezinde çıkıntısı olan ufak bir kâse elde eldiniz.
- Elde ettiğiniz kâsenin içine zeytinyağını dökünüz ve yağın emilmesi için bir süre bekleyiniz.
- Çakmak alevini bir süre lifli yapının üzerine tutup lifin yanmasını sağlayınız.
- Elde ettiğiniz mumu daha sonra tekrar kullanabilmek için kurutunuz. Kuruyan mum daha kısa sürede tutuşacaktır.

Değerlendirme

1. Portakal mumunun oluşmasını sağlayan tepkime türünü tahmin ediniz.

2. Bu tepkimede tepkimeye girenleri ve ürünleri tahmin ederek tepkime denklemini yazınız.

Sıra Sizde

Organik bileşiklerin kullanım alanları ile ilgili

- Sunu
- Duvar gazetesi
- Tanılayıcı dallanmış ağaç
- Bilgi haritası
- Yapılandırılmış grid

hazırlamak için beş grup oluşturunuz. Yaptığınız çalışmaları sınıfta paylaşınız.

Deney

Deney sırasında laboratuvarda uyulması gereken güvenlik kurallarına dikkat ediniz.

40 dakika

Sabun Eldesi

Amaç

Sabun oluşumunun gözlemlenmesi.

Araç Gereç

- Hassas terazi
- 50 mL'lik mezür
- 500 mL'lik beher (2 adet)
- Benmari ısıtıcısı
- Cam huni
- Süzgeç kâğıdı
- Cam baget
- 25 gram sıvı yağ
- Sodyum klorür
- 6 gram sodyum hidroksit
- 15 mL etil alkol
- Saf su

Deneyin Yapılışı

Ekip arkadaşlarınızla iş bölümü yaparak aşağıdaki adımları takip ediniz.

- Beherlerden birine 25 gram sıvı yağ koyunuz ve yağın üzerine 15 mL etil alkol ekleyiniz.
- 6 gram sodyum hidroksidi 25 mL suda çözünüz ve çözeltiyi yağ-etil alkol karışımının üzerine ekleyiniz.
- Oluşan karışımı cam bagetle sık sık karıştırarak su banyosunda bir saat ısıtınız.
- Isıtma esnasında aşırı köpüklenme veya yoğunlaşma olursa %50'lik etil alkol-su çözeltisini karışıma azar azar ekleyiniz.
- Isıtma esnasında ayrı bir beherde 200 mL'lik doymuş sodyum klorür çözeltisi hazırlayınız.
- Isıtma bittikten sonra karışımı 200 mL'lik doymuş sodyum klorür çözeltisine ekleyiniz.
- Çöken sabunu süzerek kurumaya bırakınız.

Değerlendirme

1. Sabun oluşumunun denklemini yazınız.

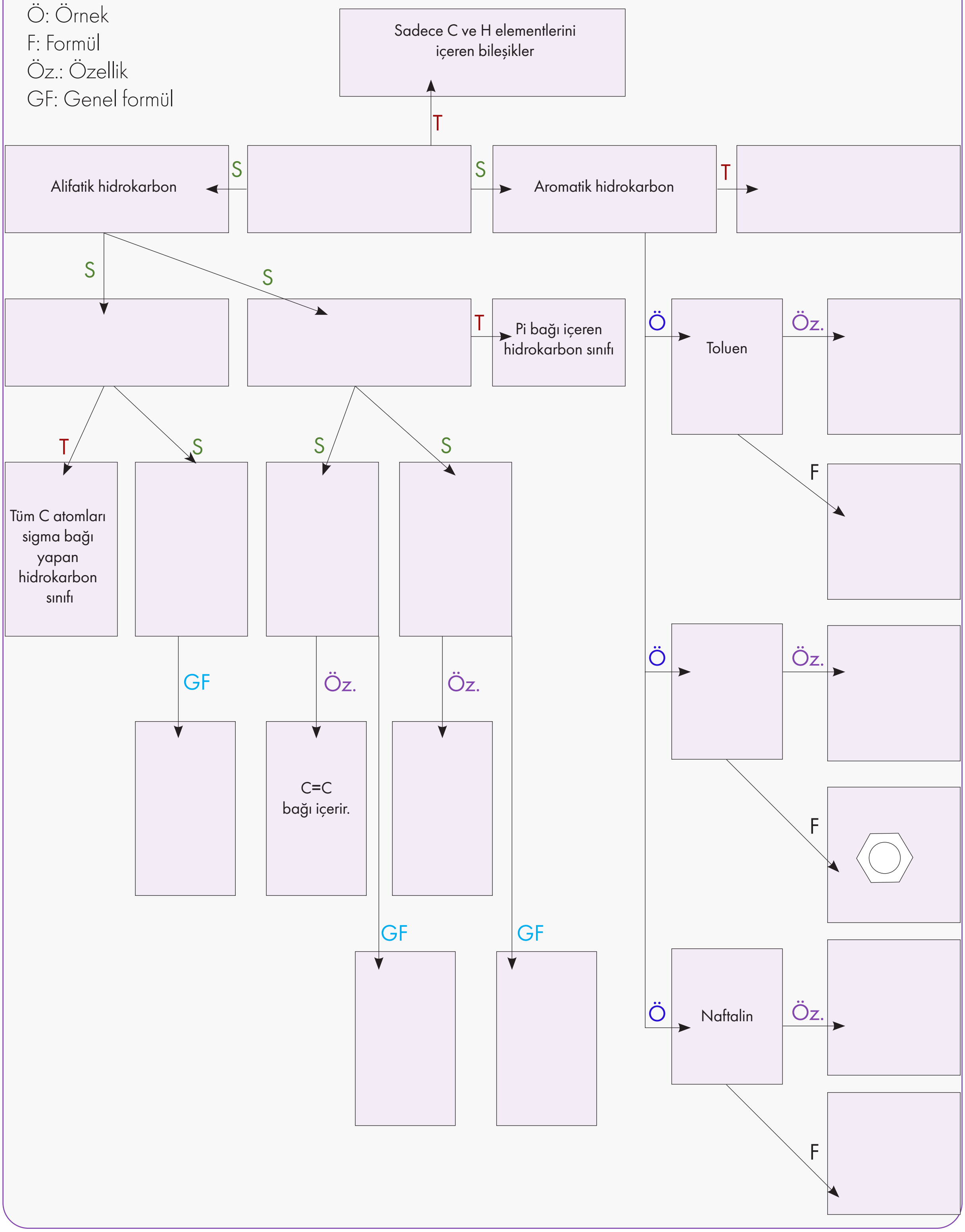
2. Karışımın NaCl çözeltisine eklenmesinin sebebini yazınız.

Çözüm Sizde

Hidrokarbonlarla ilgili verilen bilgi haritasını inceleyerek kutuları uygun şekilde doldurunuz.

Bilgi haritasında kullanılan kısaltmaların anlamları şu şekildedir:

T: Tanım
S: Sınıf
Ö: Örnek
F: Formül
Öz.: Özellik
GF: Genel formül



Sıra Sizde

Aşağıdaki yapılandırılmış gridde organik bileşiklerle ilgili bazı kavramlar verilmiştir.

Aromatik hidrokarbon (1)	Karboksilik asit (2)	Aldehit (3)	Alkin (4)
Eter (5)	Sikloalkan (6)	Alkol (7)	Aromatik (8)
Keton (9)	Alkan (10)	Ester (11)	Alken (12)

A) Aşağıdaki soruları griddeki kutu numaralarını kullanarak cevaplayınız.

I. Aynı karbon sayılı bileşik sınıflarından hangileri fonksiyonel grup izomeridir?

II. Hangi bileşiklerin pi bağı içerdiği kesindir?

III. 2 numaralı bileşik iki basamak indirgenirse kaç numaralı bileşiğe dönüşür?

IV. 11 numaralı bileşiği sentezlemek için hangi numaralı bileşiklerden bir mol su çekilir?

V. Toluen ve naftalin hangi bileşik sınıfına girer?

VI. Hangi bileşikler Br_2 çözeltisi ile katılma tepkimesi verir?

VII. Fenol, anilin ve benzoik asit hangi bileşik sınıfına girer?

VIII. Hangi bileşikler parfüm yapımında kullanılabilir?

IX. Hangi bileşiklerin kendi molekülleri arasında hidrojen bağı bulunur?

X. Hangi bileşikler Tollens ve Fehling çözeltileri ile tepkime verebilir?

XI. Hangileri hidrokarbon sınıfı bileşiklerdir?

XII. Yakıldığında eşit mol sayısında CO_2 ve H_2O oluşturmasına rağmen katılma tepkimesi vermeyen bileşik hangisidir?

B) Yapılandırılmış griddeki bu kavramlarla ilgili beş soru da siz hazırlayınız.

3.ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1-10. cümlelerin doğru ya da yanlış olduğunu belirterek cevabınızın gerekçesini yazınız.

1. Yapısındaki karbon atomları sp^3 hibritleşmesi yapan hidrokarbonların hepsi C_nH_{2n+2} genel formülüne sahiptir.

( ) Gerekçe:

2. Yapısında pi bağı bulunduran bütün hidrokarbonlar katılma tepkimesi verir.

( ) Gerekçe:

3. Alkenler, alkol ve alkil halojenür bileşiklerinin eldesinde çıkış maddesidir.

( ) Gerekçe:

4. Amonyaklı gümüş nitrat (Tollens) çözeltisi ile tepkimesinden beyaz renkli bir çökelti oluşturan bileşikler uç alkinlerdir.

( ) Gerekçe:

5. Benzen halkasındaki hidrojenlerden birinin amino grubu ile yer değiştirmesi sonucu oluşan anilin bileşiği aromatik bir hidrokarbondur.

( ) Gerekçe:

6. Alkol sınıfı bileşiklerin tümü indirgen özellik gösterir.

( ) Gerekçe:

7. Yükseltgen özelliğe sahip olma, aldehit ve ketonların ortak özelliğidir.

( ) Gerekçe:

8. Oksijen atomuna aynı iki alkil grubunun bağlanması ile oluşan bileşikler asimetrik eterlerdir.

( ) Gerekçe:

9. Aldehit ve ester bileşikleri genellikle parfüm ve gıda sanayisinde kullanılır.

( ) Gerekçe:

10. Sabun, yağ asitlerinin gliserinle oluşturduğu tuz bileşiğidir.

( ) Gerekçe:

3.ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

11-19. soruların cevaplarını boş bırakılan alanlara yazınız.

11. I. 2-Metil-2-bütanol
II. 1-Pentanol
III. 3-Pentenoik asit
IV. 2,2-Dimetil propan
organik bileşiklerinin yapı formüllerini yazarak kaynama noktalarını karşılaştırınız.

12. Asetaldehit ve aseton karışımının 1 molü yeterince Fehling çözeltisinden geçirildiğinde 28,8 gram Cu_2O katısı oluşmaktadır. Buna göre karışımda kaç gram aseton vardır? (H = 1 g/mol, C = 12 g/mol, O = 16 g/mol, Cu = 63,5 g/mol)

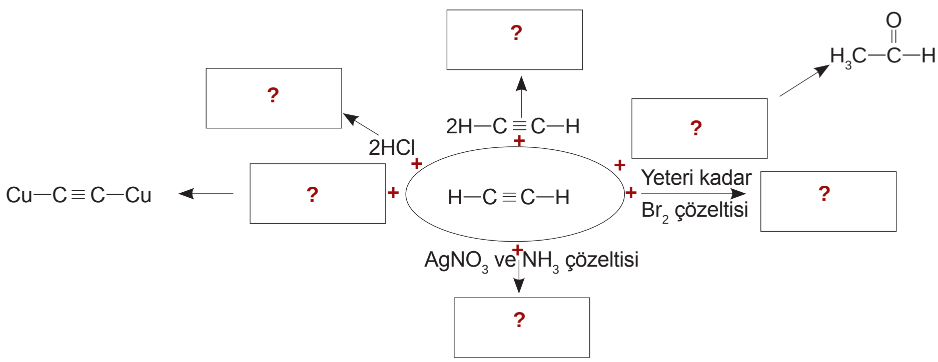
13. Metil etanoat esterinin fonksiyonel grup izomeri olan karboksilik asidin adını ve yapı formülünü yazınız.

14. I. Metan ve metil klorür
II. Etin ve etil alkol
III. Bütanol ve dietil eter
IV. Metil metanoat ve etanoik asit
bileşik çiftlerini oluşturan maddelerden biri diğerine göre suda daha iyi çözünmektedir.
Hangi bileşik suda diğerinden daha iyi çözünür? Açıklayınız.

15. Bebek bezi üreten bir fabrikada kimyager olarak çalışsaydınız $H_2C{=}CH_2$ ve $H_2C{=}CH{-}OH$ monomerleri kullanılarak üretilen polimerlerden hangisini bebek bezinin iç kısmında, hangisini dış kısmında kullanırdınız? Açıklayınız.

16. I. 2-Metil-4-hepten
II. 2-Etil-2-hekzen
III. 2,2-Dimetil-4-pentanol
IV. 4-Metil hekzan
V. 2-Brom siklobütan
Yukarıda adları verilen moleküllerin yarı açık formüllerini çiziniz. Bu moleküllerin IUPAC adlandırmasının doğru yapılıp yapılmadığını belirterek yanlış olanların yanlarına doğrularını yazınız.

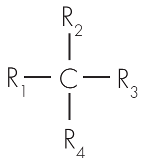
17. Asetilenin özellikleri ile ilgili verilen şemayı uygun şekilde doldurunuz.



18. İki karbonlu bir alkan, bir alken ve bir alkini ayırt etmek için bir deney tasarlayınız. Bu deneyde sırasıyla hangi adımların gerçekleştirileceğini açıklayınız.

19. Aşağıda verilen özelliklere sahip bileşiklerin yapı formülünü çizerek IUPAC adlandırmasını yapınız.
a) 2 tane sp hibritleşmesi yapan, 3 tane primer, 1 tane tersiyer olmak üzere toplamda 6 tane karbon atomu içeren bileşik
b) 4 tane primer karbon atomu ve 4 tane apolar kovalent bağ içeren bileşik
c) 5 tane sekonder karbon atomu ve 5 tane apolar kovalent bağ içeren bileşik

20-57. sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz.

20. 

Yanda formülü verilen bileşiğin IUPAC adı 3-Etil-2,3,4-Trimetil hekzan olduğuna göre R_1, R_2, R_3 ve R_4 yerine aşağıdakilerden hangisi getirilemez?

A) Etil B) İzobütil C) İzopropil D) Metil E) Sekonderbütil

21. X, Y ve Z bileşikleri için verilen

- Yeteri kadar O_2 ile yakıldığında üç bileşik de CO_2 ve H_2O oluşturuyor.
- Z bileşiği yakıldığında oluşan CO_2 ve H_2O bileşiklerinin mol sayıları eşittir.
- X ve Z bileşiklerinin yeterince H_2 ile tepkimesinden Y bileşiği oluşuyor.

bilgilerine göre X, Y ve Z ile ilgili aşağıdakilerden hangisine ulaşılamaz?

A) X, Y, Z hidrokarbondur.

B) Üçü de brom çözeltisinin rengini giderir.

C) Y bileşiği alkandır.

D) Z alkendir.

E) Moleküllerindeki C atomu sayıları eşittir.

22. Alkenler ve sikloalkanlar birbirinin yapı izomeridir.
Siklopropanın izomeri olan alken ile ilgili verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

A) Katılma tepkimesi vermez.

B) Cis-trans izomeri gösterir.

C) 1 molü yakıldığında üçer mol CO_2 ve H_2O oluşturur.

D) Tollens çözeltisi ile tepkime verir.

E) Doymuş hidrokarbondur.

23. Bir sıvının moleküller arası çekim kuvveti ne kadar fazla ise kaynama sıcaklığı o kadar yüksektir.
Buna göre CH_3-CH_2-X bileşiğinde X yerine,

I. Metil
II. n-propil
III. İzopropil

grupları getirildiğinde oluşan bileşiklerin kaynama sıcaklıkları aşağıdakilerin hangisinde doğru sıralanmıştır?

A) I > II > III B) II > III > I C) III > II > I D) III > I = II E) II > I > III

24.
- Molekülleri geometrik izomeri gösterir.
- 0,1 molü yakıldığında normal koşullar altında 8,96 L CO_2 oluşur.

Özellikleri verilen hidrokarbon aşağıdakilerden hangisidir?

A) $H_3C-CH_2-CH_3$

B) $H_2C=CH-CH_2-CH_3$

C) $HC\equiv C-CH_2-CH_3$

D) $H_3C-CH=CH-CH_3$

E) $H_3C-C\equiv C-H$

25. Organik bileşikler ayırt edilirken bu bileşiklerin başka maddelerle verdiği tepkimelerden yararlanılır.
Buna göre aynı karbon sayılı alkan ve uç alkini ayırt etmek için aşağıdakilerden hangisi kullanılamaz?

A) H_2 ile tepkimeye girme

B) Br_2 çözeltisinin rengini giderme

C) Tollens çözeltisi ile tepkimeye girme

D) Su ile tepkimeye girme

E) O_2 gazı ile yanma

26. I. 2-Hidroksi propanoikasit
II. Propantriol
III. 2-Metoksipropan

IUPAC adları verilen bileşiklerin içerdiği farklı tür fonksiyonel grup sayısı aşağıdakilerin hangisinde doğru sıralanmıştır?

A) I > II = III

B) I > II > III

C) I > III = II

D) II > I > III

E) III > II > I

27. Formaldehit yükseltgendiğinde formik aside, indirgendiğinde metil alkole dönüşür.
Bu üç bileşikle ilgili verilen

I. Kaynama sıcaklıkları formik asit > metil alkol > formaldehit şeklindedir.
II. Formaldehit ve formik asit Tollens çözeltisinden metalik gümüş açığa çıkarır.
III. Moleküllerindeki karbon sayıları aynıdır.

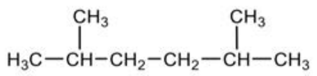
bilgilerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) I, II ve III

28. 1-Metil siklobüten ve 1-Pentin bileşiklerinin eşit molleri için aşağıdakilerden hangisi aynıdır?

A) Sigma bağı sayısı
B) Kimyasal özellik
C) Fiziksel özellik
D) Atom sayısı ve cinsi
E) Pi bağı sayısı

29.



Yukarıda formülü verilen moleküldeki primer, sekonder ve tersiyer karbon atomlarının sayısı hangisinde doğru verilmiştir?

	Primer	Sekonder	Tersiyer
A)	3	3	2
B)	4	2	2
C)	1	3	4
D)	4	3	3
E)	2	2	4

30. Bir C atomuna 2 etil, 2 H atomu bağlanarak X molekülü; 4 metil bağlanarak Y molekülü; 1 etil, 2 metil ve 1 H atomu bağlanarak Z molekülü oluşturuluyor.
Buna göre oluşan X, Y, Z molekülleri ile ilgili
I. Birbirinin yapı izomeridirler.
II. Kaynama sıcaklıkları X > Z > Y şeklindedir.
III. X bileşiği n-pentan, Y bileşiği neopentan, Z bileşiği izopentandır.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

31. Aşağıda alkil grubuna bağlanan fonksiyonel grupların bileşiğe kazandırdığı bazı özellikler verilmiştir.

- Tollens çözeltisinden metalik gümüş oluşturur.
- Nötralleşme tepkimesi verir.
- Alkenlere asidik ortamda su katıldığında oluşur.
- Hoş kokulu olduğu için parfüm ve gıda sektöründe kullanılır.

Buna göre hangi fonksiyonel grubun bileşiğe kazandırdığı özellikten <u>bahsedilmemiştir</u>?

A) –OH B) –OR C) –CHO
D) –COOH E) –COOR

32. $C_nH_{2n}O_2$ genel formülüne sahip, genellikle hoş kokulu moleküllerle ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

A) Bazlarla nötralleşme tepkimesi verir.
B) Dimerleşerek molekülleri arasında birden fazla hidrojen bağı yapar.
C) Lanolin, balsam, bal mumu gibi doğal olarak bulunur.
D) Kaynama sıcaklıkları, aynı karbon sayılı fonksiyonel grup izomerlerinden yüksektir.
E) En küçük üyeleri bir karbonludur.

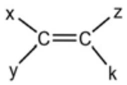
33.
- $C_{14}H_{29}COOH$, yağların yapısında bulunmaz.
- $C_{15}H_{31}COOH$, katı yağların yapısında bulunan yağ asididir.
- $C_{17}H_{33}COOH$, sıvı yağların yapısında bulunan yağ asididir.

Buna göre yağ asitleri ile ilgili hangi bilgiye <u>ulaşılamaz</u>?

A) Yağ asitleri çift sayıda C atomu içerir.
B) C zincirinde pi bağı içerenler sıvı yağların yapısında bulunur.
C) C zincirinde pi bağı içermeyenler katı yağların yapısında bulunur.
D) Yağlar yağ asitlerinin esterleridir.
E) Katı ve sıvı yağların yapısında pi bağı bulunur.

34. Bir karboksilik asit ve bir alkol molekülünün asit katalizörlüğünde tepkimesinden ester ve su oluşur.
I. Etil metanoat
II. Formik asidin metil esteri
III. Asetik asidin izopropil esteri
IV. İzopropil etanoat
V. Etil propanoat
Verilen esterlerden hangilerinin eldesinde metanoik veya etanoik asit kullanılmıştır?

	Metanoik asit	Etanoik asit
A)	I ve II	III ve IV
B)	I ve III	II ve IV
C)	II ve III	IV ve V
D)	II ve V	III ve IV
E)	III ve V	I ve II

35. 

Cis-1-kloro-1-büten bileşiğinin açık formülünü yazmak isteyen bir öğrenci x, y, z ve k yerine aşağıdakilerden hangilerini getirmelidir?

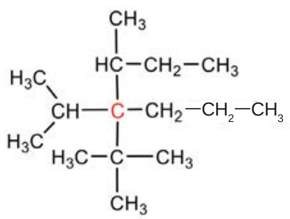
	x	y	z	k
A)	Cl	H	H	$-C_2H_5$
B)	H	Cl	H	$-C_2H_5$
C)	H	H	Cl	$-C_2H_5$
D)	Cl	C_2H_5	H	H
E)	H	H	H	$-C_2H_4Cl$

36. Hidroksil grubunun (—OH)
- X ile oluşturduğu bileşik, asitlerle nötralleşme tepkimesi veriyor.
- Y ile oluşturduğu bileşik, bazlarla nötralleşme tepkimesi veriyor.
- Z ile oluşturduğu bileşik, nötr özellik gösteriyor.

Buna göre X, Y ve Z yerine aşağıdakilerden hangileri gelmelidir?

	X	Y	Z
A)	Na	Fenil	Alkil
B)	Alkil	Na	Fenil
C)	Fenil	Alkil	Na
D)	Fenil	Fenil	Alkil
E)	Na	Alkil	Fenil

37. Alkanlardan bir H atomu çıkınca geriye kalan gruba alkil grubu denir.



Buna göre yukarıdaki molekül formülünde kırmızı ile gösterilen C atomuna hangi alkil grubu bağlı değildir?

A) İzobütil

B) İzopropil

C) n-propil

D) Sekonder bütil

E) Tersiyer bütil

38. Karbonil grubunun

I. Her iki tarafına $-CH_3$ grubu,
II. Bir tarafına $-CH_3$, diğer tarafına H,
III. Bir tarafına –H, diğer tarafına –OH,
IV. Her iki tarafına –H,
V. Her iki tarafına etil grubu

bağlandığında oluşan moleküllerden hangileri Tollens çözeltisinden metalik gümüş açığa çıkarır?

A) I ve V B) II ve IV C) II, III ve IV
D) I, II, III ve IV E) I, II, III, IV ve V

39. Aşağıdaki özelliklerden hangisinin sadece alkenlere ait olduğu kesindir?

A) C_nH_{2n} genel formülü ile gösterilir.

B) Alifatik hidrokarbondur.

C) Brom çözeltisinin rengini giderir.

D) Aynı karbon sayılı alkenlerde dallanma arttıkça kaynama sıcaklığı azalır.

E) Asit katalizörlüğünde su katılması ile alkole dönüşür.

40. Alkanlar C_nH_{2n+2}, alkenler ve sikloalkanlar ise C_nH_{2n} genel formülü ile gösterilir.

C_nH_{2n+2} genel formülünden yola çıkarak aşağıdaki işlemleri gerçekleştiren bir öğrenci hangisini oluşturamaz?

A) 2 hidrojen çıkarıp bir tane pi bağı

B) 2 hidrojen çıkarıp bir halka

C) 4 hidrojen çıkarıp sikloalken

D) 2 hidrojen çıkarıp alkin

E) 4 hidrojen çıkarıp alkadien

41.

$$R-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-H + 2Ag^+ + 2OH^- \rightarrow R-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-O-H + 2Ag\downarrow + H_2O$$

Yukarıdaki tepkimeye göre ketonların ilk üyesi ile izomeri olan aldehidin 1 mollük karışımı Tollens çözeltisi ile tepkimeye girerek 1 mol metalik gümüş açığa çıkarıyor.

Buna göre karışımdaki ketonun kütlesi kaç gramdır?

(C = 12 g/mol, H = 1 g/mol, O = 16 g/mol)

A) 5,8 B) 11,6 C) 17,4
D) 29 E) 58

42. 0,7 mol etilen ve asetilen gaz karışımının nikel katalizörlüğünde doyurulması için 0,9 mol H_2 gazı kullanılıyor.
Buna göre karışımdaki gazların hacimlerinin oranı aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

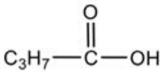
A) 1/4 B) 1/2 C) 2/5 D) 3/4 E) 3/2

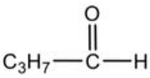
43. 8,8 gram düz zincirli alkanı yakmak için 32 gram O_2 gazı harcanıyor.
Buna göre alkanın formülü aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir? (C = 12 g/mol, H = 1 g/mol, O = 16 g/mol)

A) CH_4 B) C_2H_6 C) C_3H_8 D) C_4H_{10} E) C_5H_{12}

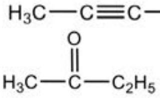
44. X bileşiği ile ilgili şu bilgiler verilmektedir:
- Tollens ve Fehling çözeltileri ile tepkime veriyor.
- 0,1 molü yandığında normal koşullarda 8,96 L CO_2 gazı oluşturuyor.

I. $H_3C-CH_2-C\equiv C-H$

II. 

III. 

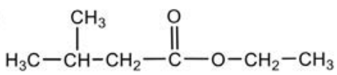
IV. $H_3C-C\equiv C-CH_3$

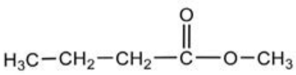
V. 

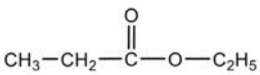
Buna göre verilenlerden hangileri X bileşiği olabilir?

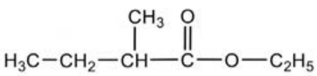
A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) I, II ve III E) I, III, IV ve V

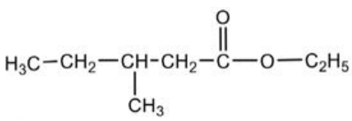
45. 2-Metil bütanoik asit ile etil alkolün asit katalizörlüğünde tepkimesi sonucunda oluşan esterin yapı formülü aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

A) 

B) 

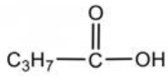
C) 

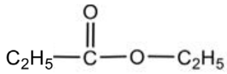
D) 

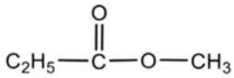
E) 

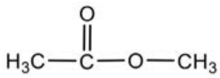
46. Aşağıda yapı formülü verilen bileşiklerden hangisi bütanoik asit bileşiğinin fonksiyonel grup izomeridir?

A) $C_3H_7-O-CH_3$

B) 

C) 

D) 

E) 

47. I. Kendi molekülleri arasında hidrojen bağı oluşturamaz.
II. NaOH ve KOH ile tepkimeye girerek karboksilik asit tuzlarını ve alkolleri oluşturur.
III. Karboksil grubu içerir.
Yukarıda verilen özelliklerden hangileri esterler için doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

48. Bir esterin 0,2 molü yandığında 1 mol H_2O molekülü oluşuyor.
I. Esterin adı etil propiyonattır.
II. Kapalı formülü $C_5H_{10}O_2$ şeklindedir.
III. Pentanoik asit ile izomerdir.
Buna göre esterle ilgili yargılardan hangileri kesinlikle doğrudur?

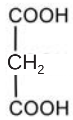
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

49. Aşağıda ketonlarla ilgili verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

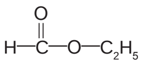
A) İndirgenerek monoalkol oluşturur.
B) Her ketonun aldehit izomeri vardır.
C) Yapısında en az bir tane sp^2 hibritleşmesi yapmış C atomu vardır.
D) Yükseltgenerek karboksilik asitlere dönüşür.
E) Tollens ayıracına etki etmez.

50. Aşağıdaki bileşik çiftlerinden hangisi birbirinin izomeri değildir?

A) Bütanoik asit ve metil propiyonat
B) Propanal ve propanon
C) Bütan ve 2,3-Dimetil propan
D) 1-Pentin ve 2-Pentin
E) Siklopentan ve 1-Penten

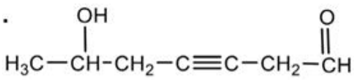
51. I. 

II. C_2H_5-COOH

III. 

Formülleri verilen bileşiklerin aynı şartlarda kaynama noktaları arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru gösterilmiştir?

A) I > II > III
B) I > III > II
C) II > III > I
D) II > I > III
E) III > II > I

52. 

Yukarıda yapı formülü verilen bileşik ile ilgili
I. Üç tür fonksiyonel grup içerir.
II. Amonyaklı gümüş nitrat çözeltisi ile gümüş aynası oluşturur.
III. Cis-trans izomeri gözlenir.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

53. Lanolin için aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

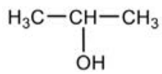
A) Kozmetik sektöründe sıklıkla kullanılır.
B) Bazı ağaçlardan sızan reçinedir.
C) Koyun yününde bulunur.
D) Mum yapılı bir maddedir.
E) Doğal bir esterdir.

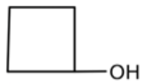
54. I. Karbonil grubu içerir.
II. Genel formülleri $C_nH_{2n}O$ şeklindedir.
III. Tollens ve Fehling çözeltilerine etki eder.
IV. İndirgenerek primer alkollere dönüşür.
V. Yükseltgen özellik gösterir.
Yukarıdaki ifadelerden hangileri hem aldehit hem de ketonlar için söylenebilir?

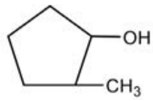
A) I ve II B) I, II ve V C) I, III ve V
D) II, IV ve V E) I, II, III, IV ve V

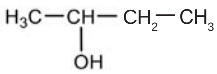
55. Aşağıdaki organik bileşiklerin hangisi ketonların bir basamak indirgenmesinden elde edilemez?

A) $H_3C-CH_2-CH_2-OH$

B) 

C) 

D) 

E) 

56. 2-Pentanon bileşiğinin $NaBH_4$ katalizörlüğünde H_2 ile indirgenmesi sonucu oluşan bileşik ile ilgili
I. Sekonder alkol oluşur.
II. Etil propil eter ile izomerdir.
III. Genel formülü $C_nH_{2n}O$ şeklindedir.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II
B) Yalnız III
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

57. Aşağıda karboksilik asitler ile ilgili verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Sulu çözeltileri elektrik akımını iletir.
B) Kaynama noktaları aynı C sayılı alkollerden yüksektir.
C) İki kez indirgendiğinde primer alkolleri oluşturur.
D) Aynı karbon sayısına sahip karboksilik asit ve eterler izomerdir.
E) Karbon zincirinin uzunluğu arttıkça sudaki çözünürlüğü azalır.

Daha çok soru için akıllı cihazınıza karekodu okutunuz.

4. ÜNİTE ENERJİ KAYNAKLARI VE BİLİMSEL GELİŞMELER

4.1. Fosil Yakıtlar

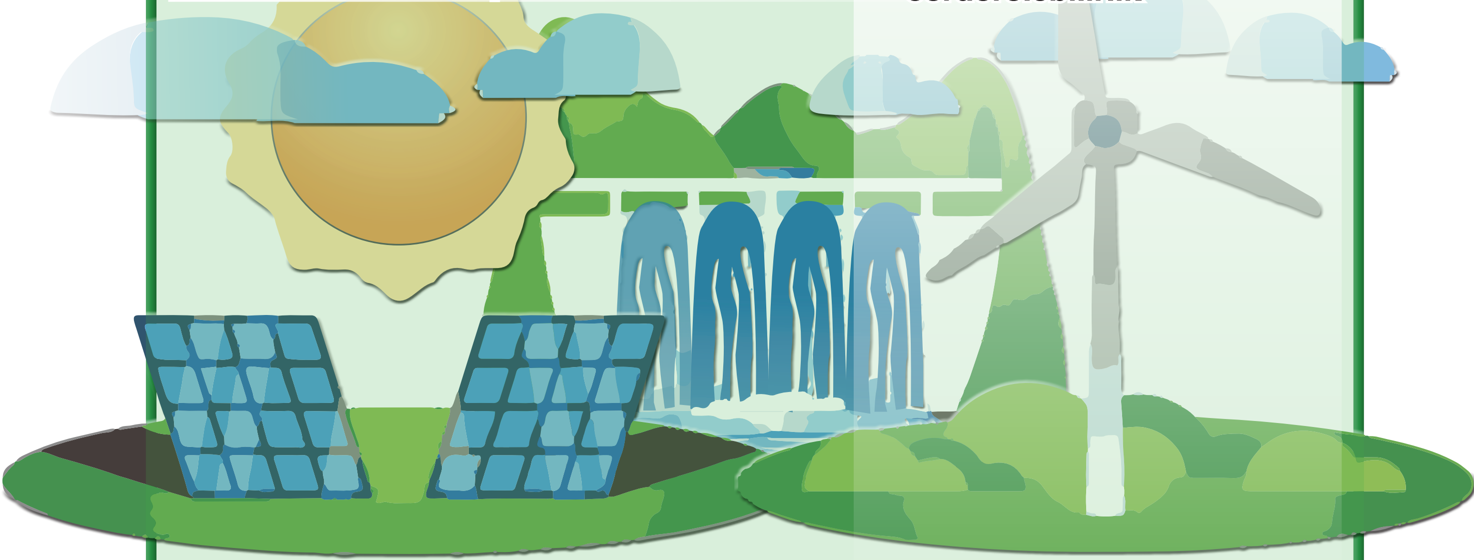
4.2. Alternatif Enerji Kaynakları

4.3. Sürdürülebilirlik

4.4. Nanoteknoloji

ANAHTAR KAVRAMLAR

- **Biyokütle**
- **Doğal gaz**
- **Fosil yakıt**
- **Ham petrol**
- **Jeotermal**
- **Kömür**
- **Nanoteknoloji**
- **Sürdürülebilirlik**



Enerji de tıpkı madde gibi ne yoktan var ne de vardan yok edilebilir. Bu durum, insanların mevcut enerji kaynaklarını sonsuza kadar aynı oranda kullanmaya devam edebilecekleri anlamına gelmez. Fosil yakıtlar korunması gereken sınırlı enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, fosil yakıtların ömrünü uzatırken bilim dünyasının 21. yüzyılın en büyük sorunu olarak gördüğü küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin önüne geçer.

Fosil yakıtlara alternatif enerji kaynaklarından biri nükleer enerjidir. Gelişen teknoloji ile nükleer santrallerde elektrik üretilmiş ancak bu enerji, II. Dünya Savaşı'nda korkunç bir silah olarak da kullanılmıştır.

Bu ünitede fosil yakıtları ve onlara alternatif enerji kaynaklarını, fosil yakıt tüketiminin etkilerini, sürdürülebilir hayatın gereksinimlerini ve nanoteknoloji kavramını öğreneceksiniz.

Ünite Karekodu

Ünite Sunusu

4.1. FOSİL YAKITLAR

Fosil Yakıtların Oluşumu ve Fosil Yakıt Tüketiminin Etkileri

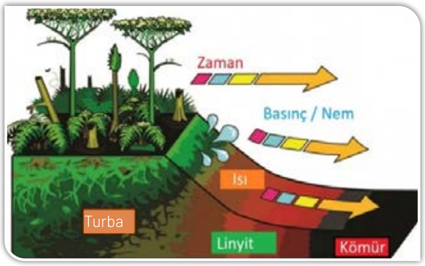
Başlarken

Enerji üretiminin bir ülkenin gelişmişlik düzeyine etkisini tartışınız.



Enerji modern uygarlığın temelidir. Evlerin aydınlatılması, yaşam alanlarının ısıtılıp soğutulması, fabrikalarda üretim yapılması gibi pek çok faaliyet enerji sayesinde gerçekleşir. Otomobil, tren, uçak gibi araçların çalışması da yine enerjiyle mümkün olur. **Fosil yakıtlar** adı verilen kömür, petrol ve doğal gaz günümüzde temel enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır ancak yenilenemeyen bu enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Dünyada yaklaşık 300 milyon yılda oluşmuş fosil yakıt kaynaklarının çoğu son 300 yılda harcanmıştır. Artan nüfus ve gelişen teknoloji ile enerji ihtiyacı ve fosil yakıt tüketimi de hızla artmaktadır. Sadece birkaç yüzyıl içerisinde fosil yakıtların tamamen tükeneceği düşünülmektedir.

Kömür: Yer altında kalan milyonlarca yıllık bitki kalıntıları ile inorganik minerallerin yüksek basınç ve sıcaklık etkisiyle kimyasal ve fiziksel değişime uğraması neticesinde oluşan tortul bir kayaçtır. Kömürleşme sürecinde kömürün yapısındaki inorganik bileşenler uzaklaşır ve karbon elementinin oranı artar (Görsel 4.1). İçerdiği karbon oranına göre kömür türleri şunlardır:



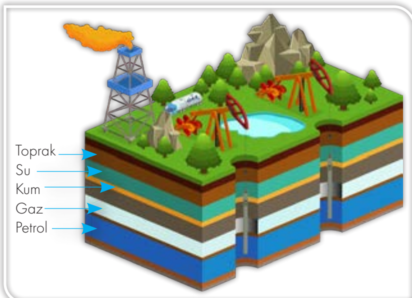
Görsel 4.1: Kömürleşme süreci

- Bataklık kömürü (turba) : %60
- Linyit : %62-76
- Taş kömürü : %76-86
- Antrasit kömür : %91-99

Antrasidin karbon oranı diğer kömür türlerinden yüksektir. Bu nedenle antrasit, enerji verimliliği ve ekonomik değeri en fazla olan kömür türüdür.

Petrol: Petrolün yüzlerce bileşeni vardır ve bu bileşenlerin çoğu hidrokarbon türündedir. Bu özelliğinden dolayı petrol; son derece karmaşık, viskoz yağ formunda, siyah renkli ve organik bir karışımdır. Okyanus diplerinde çöken ve üzeri çamurla örtülen milyonlarca yıllık kalıntılar, mikroorganizmaların etkisiyle çürür ve sıcaklık, basınç gibi etkilerle değişime uğrayarak petrolü oluşturur. Ham petrol, ayrımsal damıtma yöntemi ile LPG, benzin, motorin, gaz yağı, kerosen, fuel-oil ve zift gibi bileşenlerine ayrılarak kullanılabilir hâle getirilir.

Doğal Gaz: Esas olarak metandan oluşur. Bir doğal gaz kaynağı %80-95 metan, %2-6 etan, %1-2 propan ve daha küçük miktarlarda bütan içerebilir. Yer altında çoğu zaman ham petrol ve doğal gaz bir arada bulunur. Doğal gaz, petrol yataklarının üzerinde gaz hâlinde birikir ve geçirimsiz kayaçlar tarafından tutulur (Görsel 4.2). Bu kayaçlar sondajla delinerek petrol ve doğal gaz rezervlerine ulaşılır.



Görsel 4.2: Yer altındaki petrol ve doğal gaz katmanları

Enerji ihtiyacının çok büyük bir kısmının fosil yakıtlardan karşılanması birey, toplum ve çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olur. Özellikle petrol ve doğal gaz kaynaklarının sınırlı sayıda ülkenin elinde olması enerjide dışa bağımlı ülkelerin ekonomilerini olumsuz etkiler.

Kömür yandığında doğal gaz ve sıvı petrolden farklı olarak geriye **kül** adı verilen mineraller kalır. Partiküller hâlinde havaya dağılan bu mineraller önemli bir kirlilik sorunu oluşturur (Görsel 4.3). Kömür kullanılarak elektrik üretilen tesislere **termik santral** denir. Termik santrallerin bulunduğu veya sanayileşmenin yoğun olduğu bölgelerde yaşayan insanların KOAH (kronik obstrüktif akciğer hastalığı), astım, akciğer kanseri gibi solunum yolu hastalıklarına yakalanma riski fazladır. Kömür, petrol veya doğal gaz yandığında açığa çıkan CO_2 gazı sera etkisine (Görsel 4.4), küresel ısınmaya ve iklim değişikliklerine yol açar. Küresel ısınmanın yol açtığı iklim değişiklikleri; buzulların erimesine, deniz seviyelerinin yükselmesine ve doğal afetlerin (orman yangını, sel, fırtına, hortum, kuraklık vb.) daha sık yaşanmasına neden olur.



Görsel 4.3: Hava kirliliği



Görsel 4.4: Sera etkisi

Kömür ve petrol yandığında SO_2 ve NO_x gibi gazlar da açığa çıkar. Bu gazlar, atmosferdeki nem ile tepkimeye girerek H_2SO_4 ve HNO_3 gibi asidik özellikteki maddelere dönüşür ve yağış olarak yeryüzüne inecek olan su kütlelerinin asitliğini artırır. Normal yağmur suyunun pH değeri 5,5 civarındadır. Bu değerin altında pH değerine sahip olan yağmurlar **asit yağmuru** olarak adlandırılır. Asit yağmurları, toprağın ve suyun asitlik dengesini bozarak bitkilere ve suda yaşayan canlılara zarar verir (Görsel 4.5). Ayrıca asit yağmurları, metal ve mermer yüzeyleri aşındırıcı etkiye sahip olduğundan tarihî binaların, binlerce yıllık antik kentlerin ve heykellerin zarar görmesine neden olur. Doğal gaza göre daha fazla safsızlık içeren kömür ve petrol türevi yakıtların tüketimi, asit yağmurlarının oluşumunda etkilidir.



Görsel 4.5: Asit yağmurlarının tahrip ettiği ormanlar

Fosil yakıt tüketiminin canlılar ve çevre üzerindeki zararlı etkilerini azaltmak, dünya üzerindeki canlı ve cansız varlıkları korumak, gelecek kuşaklara yaşanabilir bir dünya bırakmak tüm ülkelerin ve insanların ortak sorumluluğudur. Bu amaçla yapılabileceklerden bazıları şunlardır:

- Fosil yakıt tüketimi azaltılmalı, yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimindeki payı artırılmalıdır.
- Motorlu taşıtların bireysel kullanımı azaltılmalı, teknolojik ve çevreci toplu taşıma araçlarının kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.
- Doğal bitki örtüsü korunmalı, orman yangınları önlenmeli ve yeşil alanlar artırılmalıdır.
- Sanayi tesislerinin bacalarına filtre takılması sağlanmalıdır.
- Enerji verimliliği yüksek elektronik cihazların ve aydınlatma ürünlerinin kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

Fosil yakıtların oluşum aşamalarını gösteren afişe ulaşmak için akıllı cihazınıza karekodu okutunuz.

Sıra Sizde

Sınıf içerisinde gruplar oluşturarak fosil yakıtların çevreye verdiği zararları araştırınız.
Elde ettiğiniz sonuçları ve çözüm önerilerinizi sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

4.2. ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI

Alternatif Enerji Kaynakları

Başlarken

Güneş'in enerji kaynağının ne olduğunu biliyor musunuz?

Dünya üzerindeki canlıların çoğu hayatta kalmak için enerjiye bağımlıdır. Bu gezegende insanlara sunulan enerjinin çoğu Güneş adı verilen dev bir nükleer reaktörden gelir. Dünya, tüm fosil yakıt rezervlerine eş değer enerjiyi Güneş'ten sadece üç günde alır. Güneş, yaklaşık 150 milyon km uzakta olmasına rağmen milyarlarca yıldır Dünya'nın enerjisinin büyük bir bölümünü sağlamaktadır ve muhtemelen bunu yapmaya milyarlarca yıl daha devam edecektir.



Güneş Enerjisi (Solar Enerji)

Dünya yüzeyine gelen güneş enerjisinin bir kısmı güneş kolektörleri (toplayıcı) tarafından ısıya dönüştürülür. Basit bir güneş kolektörü yapmak için siyah bir yüzeyi cam bir plaka ile kaplamak yeterlidir (Görsel 4.6). Güneş ışığını emerek ısınan yüzey, suyu ısıtmak için kullanılır ve sıcak su genellikle yalıtılmış bir haznede depolanır. Bu şekilde ısıtılan su, doğrudan bulaşık ve çamaşır yıkamak ya da bir binayı ısıtmak için kullanılabilir.



Görsel 4.6: Güneş kolektörü

Güneş ışığı ayrıca **fotovoltaik hücre** veya **güneş pili** adı verilen cihazlarla doğrudan elektriğe dönüştürülür. Elektronik hesap makineleri gibi küçük cihazlara güç sağlamak için güneş pilleri yaygın olarak kullanılır ancak 100 vatlık bir ampulü çalıştırabilmek için 1 m^2 alanlı güneş pili gerekir. Dolayısıyla bir yerleşim yerindeki elektronik cihazlara güneş pilleri ile güç sağlamak için oldukça geniş bir alana ihtiyaç duyulur (Görsel 4.7). Güneş enerjisinin depolanması ve daha verimli kullanılmasıyla ilgili çalışmalar gelişen teknolojiyle birlikte hız kazanmıştır.



Görsel 4.7: Güneş pilleri ile kaplı arazi

Rüzgâr Enerjisi

Hareket eden havanın kinetik enerjisi, su pompalamak veya tahıl öğütmek için mekanik enerjiye kolayca dönüştürülebilir. Bu enerji, türbinleri döndürerek elektrik enerjisi üretir. Büyük bir rüzgâr türbini 1,65 megavat elektrik sağlayabilir (Görsel 4.8).



Görsel 4.8: Rüzgâr türbinleri

Rüzgâr temiz, bol ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır ancak rüzgâr enerjisinin yatırım maliyeti yüksektir ve her bölge rüzgâr türbini kurmak için yeterli rüzgâra sahip değildir. Rüzgârın esmediği zamanlar için bazı enerji depolama araçlarına veya alternatif bir enerji kaynağına ihtiyaç duyulur.

Jeotermal Enerji

Yer altındaki su, buhar veya gaz yerkürenin derinliklerinde biriken ısının etkisiyle ısınarak yüzeye çıkar. Bu yolla elde edilen enerjiye **jeotermal enerji** denir. Yüzeye çıkan sıcak yer altı suları, konut ve seraların ısıtılmasının yanı sıra termal ve sağlık turizminde de kullanılabilir. Ayrıca jeotermal santrallerde sıcak su buharının türbinleri döndürmesi ile elektrik enerjisi elde edilebilir (Görsel 4.9).



Görsel 4.9: Jeotermal enerji santrali

Yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağı olan jeotermal enerjinin ülkemizdeki potansiyeli oldukça yüksek olup jeotermal alanların büyük çoğunluğu Batı Anadolu'da yer almaktadır.

Biyokütle Enerjisi

İnsanların güneş kolektörleri ve fotovoltaik hücrelerle toplamaya çalıştığı güneş enerjisini yeşil bitkiler, fotosentez ile herhangi bir araç olmaksızın toplar. Bitkilerde depolanan bu enerjiye **biyokütle enerjisi** denir. Kuru bitkinin doğrudan yakılmasıyla ısı elde edilmesinde biyokütle enerjisinden yararlanılabilir. Ayrıca biyokütle enerjisi, çeşitli biyolojik ve kimyasal süreçler sonunda biyoetanol, biyodizel ve biyogaza dönüştürülüp yakıt olarak da kullanılabilir (Görsel 4.10).



Görsel 4.10: Bitkisel yakıt üretimi

Çoğunlukla mısır ve palm gibi özel yetiştirilen bitki, ot ve yosunların yanı sıra hayvansal atıklar, sanayi atıkları, kızartmada kullanılmış yağlar ve bütün organik çöpler de yenilenebilir biyokütle kaynaklarıdır.

Hidrojen Enerjisi

Hidrojenin enerji verimliliği diğer kimyasal yakıtlara göre daha yüksektir. Ayrıca hidrojen, yandığında kimyasal ürün olarak yalnızca su açığa çıktığı için temiz bir yakıttır. Hidrojen her ne kadar evrende en bol bulunan element olsa da doğrudan yakıt olarak kullanılabilecek elementel hidrojen (H_2) dünyada neredeyse yoktur. Dünyadaki hidrojen, başta su olmak üzere kimyasal bileşiklerin yapısında bulunur. Bileşiklerin yapısındaki hidrojeni elementel hâle dönüştürmek, hidrojen yandığında ortaya çıkandan daha fazla enerji gerektirir.

Hidrojen, deniz suyundan elde edilebileceği için yenilenebilir bir enerji kaynağıdır ancak hidrojenin üretim süreci oldukça maliyetlidir. Hidrojen ve oksijen gazları ile oluşturulan ve uzay araçlarına güç sağlayan yakıt hücreleri günümüzde bazı toplu taşıma araçlarında kullanılmaktadır (Görsel 4.11). Birim hacimde depolanabilecek hidrojen açısından hidrür bileşikleri önemli bir üstünlüğe sahiptir. Bu bileşiklerden sodyum borhidrür ($NaBH_4$); hidrojen taşıma kapasitesinin diğer hidrür bileşiklerine oranla yüksek olması, yanıcı ve patlayıcı olmaması, kolay kontrol edilebilir bir tepkime ile kendisinden hidrojen elde edilebilmesi gibi özelliklerinden dolayı ön plana çıkmıştır. Gelecek yıllarda hidrojen yakıtı kullanan araçların yaygınlaşması ile sodyum borhidrür enerji alanında önemli bir bileşik hâline gelecektir. Dünya bor rezervlerinin %73'ü Türkiye topraklarında yer aldığından gelecekte ülke ekonomisinin kalkınmasında önemli rollerden birini bor minerali oynayacaktır. Hidrojen üretim, depolama ve dağıtım sistemleri ile hidrojenin yakıt olarak kullanımı konularında AR-GE çalışmaları tüm dünyada devam etmektedir.



Görsel 4.11: Avrupa'da kullanılan hidrojen yakıt hücreli otobüsler

Alternatif yakıt etkinliğine ulaşmak için akıllı cihazınıza karekodu okutunuz.



TURHAN NEJAT VEZİROĞLU

1924 yılında İstanbul'da doğan Turhan Nejat Veziroğlu, ilk ve ortaokulu İzmir Karşıyaka'da, liseyi İstanbul Pertevniyal Lisesinde okuduktan sonra İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. Türkiye Cumhuriyeti'nin 1942 yılında Avrupa'ya öğrenci göndermek için açtığı sınavda başarılı olan ve İngiltere'de okumaya hak kazanan Veziroğlu; City and Guild Koleji, Imperial College of Science and Technology ve Londra Üniversitesi gibi kurumlardan sırası ile makine mühendisliği, ileri mühendislik çalışmaları ve ısı transferi konularında uzmanlık alarak mezun olmuştur. 1951 yılında eğitimini tamamlayan ve Türkiye'ye dönen Veziroğlu askerlik hizmetini tamamladıktan sonra bir süre Toprak Mahsulleri Ofisinde ve özel sektörde çalışmıştır.

1962 yılında Miami Üniversitesinin öğretim üyeliği teklifini kabul ederek Amerika'ya yerleşmiştir. İlk araştırma projesi olan "Mars'a gönderilecek hidrojen motorlu roketler" üzerine çalışırken hidrojenin yakıt olarak avantajlarını keşfetmiştir. 1967-1972 yılları arasında hava kirliliğine çözüm bulabilmek için çalışmış, petrole alternatif olan yakıtlardan en temizinin hidrojen olduğunu fark etmiştir.

Veziroğlu, 1973 yılında yaşanan küresel petrol krizinden sonra petrolün er ya da geç tükeneceğini düşünmüş ve petrole alternatif bir yakıt bulmak üzere Miami Üniversitesinde Temiz Enerji Araştırma Enstitüsünü kurmuştur. Çalışmalarını dünya bilim kamuoyuna açıklamak için 1974 yılında ilk büyük hidrojen konferansını düzenlemiştir. Konferansın açılış konuşmasında fosil yakıt tüketiminin sebep olduğu hava kirliliği ve küresel ısınma sorunlarına çözüm olarak hidrojen enerji sistemlerini önermiştir. Kısa bir zaman sonra Uluslararası Hidrojen Enerji İş Birliğine başkan olarak seçilmiştir. 1976 yılında hidrojen enerjisi ile ilgili araştırma ve geliştirme sonuçlarının basılması ve paylaşılması amacıyla tüm dünyada yayımlanan "Hidrojen Enerjisi" dergisini çıkartmaya başlamıştır. Birleşmiş Milletlere danışmanlık yaptığı sırada Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezinin kurulması için üç kıtanın birleştiği Türkiye'yi önermiş ve merkezi 2004 yılında İstanbul'da kurmuştur.

Veziroğlu, yaşamı boyunca birçok uluslararası ödüle de layık görülmüştür. 1974 yılında Türkiye Cumhurbaşkanlığı Bilim Ödülü'nü, 1981 yılında Çin Xian Jiaotong Üniversitesinden fahri profesör unvanını, 1982 yılında SSCB Kurchatov Institute of Atomic Energy tarafından verilen I. V. Kurchatov madalyasını, 1986 yılında Global Energy Society tarafından verilen Energy for Mankind ödülünü almış ve 1988 yılında Arjantin Bilim Akademisine (Argentinean Academy of Sciences) seçilmiştir. 2000 yılında hidrojen ekonomisinin kurulmasına ve geliştirilmesine yönelik çalışmalarından dolayı ekonomi alanında Nobel'e aday gösterilmiştir.

Eşinin "hidrojen romantiği" olarak nitelendirdiği Veziroğlu'nun kalbi Türkiye için atmaktan hiçbir zaman vazgeçmemiştir. Gözleri dolarak anlattığı bir anısında Arjantin'de konuşma yapmak için davet edildiği zaman ABD yetkilileri tarafından kendisine bu davetin çok önemli olduğu ve uzun yıllar sonra bir Amerikalının Arjantin'e davet edildiği söylenmiştir. Veziroğlu ise kendisinin Amerikalı değil Türk olduğunu vurgulamıştır.

Genç kuşaklara çok çalışmalarını, ısrarlı olmalarını ve inandıkları bir şeyden vazgeçmemelerini öneren Veziroğlu, Türkiye'de hidrojen ekonomisine geçilmesi hâlinde enerjide dışa bağımlı olunmadan sürdürülebilir kalkınmanın sağlanacağını "Türkiye hidrojen enerjisine geçerse kalkınmamız daha da hızlanır." sözleriyle dile getirmiştir.

https://www.ohu.edu.tr/drv-team/sayfa/prof-dr-turhan-nejat-veziroglu genel ağ adresinden yararlanılarak yazılmıştır.

Nükleer Enerji

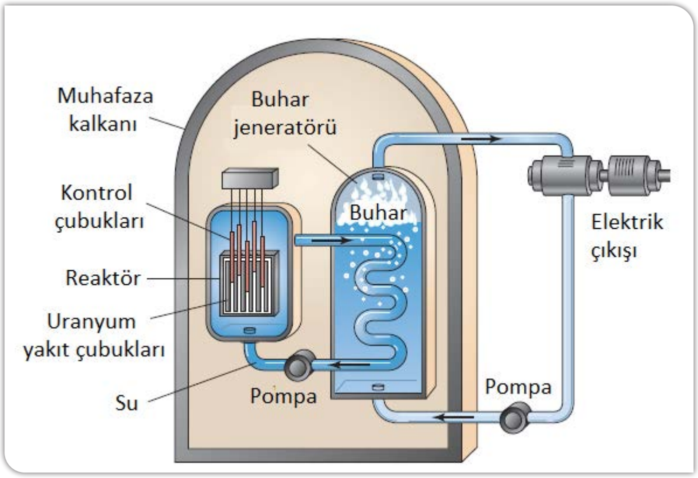
Başlarken

Tarihte yaşanmış nükleer kazalar, hem toplumların hem de kimi bilim insanlarının nükleer enerji konusunda çekinceler yaşamasına neden olmuştur. Bu kazaların en büyüğü, 1986'da Ukrayna'nın Çernobil kentinde meydana gelmiştir. Bir test sırasında patlayan reaktörün yaydığı yüksek radyasyon, onlarca kişinin olay anından kısa bir süre sonra, binlerce kişinin ise takip eden hafta ve aylarda ölümüne veya hastalanmasına neden olmuştur. Ukraynalılar arasında tiroit kanseri oranı on kat artmıştır. Ayrıca kaza bölgesinde yaşayan 135.000 kişi tahliye edilmiş, kilometrelerce karelik geniş bir alan radyoaktif serpinti ile kirlenmiştir. Kaza bölgesi onlarca yıl daha kirlenmiş olarak kalacaktır.



Nükleer enerjinin temiz bir dünya için sunacağı katkılar hakkında ne düşünüyorsunuz?

Çekirdek tepkimeleri sırasında açığa çıkan enerjiye **nükleer enerji** denir. İki tür çekirdek tepkimesi vardır. Hidrojen gibi küçük atom çekirdeklerinin birleşerek daha büyük çekirdekli atomları oluşturmasına **füzyon**, uranyum gibi büyük atom çekirdeklerinin parçalanarak daha küçük çekirdekli atomları oluşturmasına **fisyon** denir. Fisyon tepkimeleri bir nükleer reaktörde kontrol edilebilir. Elektrik üretiminde kullanılan türbinlerin çevrilmesi için buhara ihtiyaç duyulur. Bu buharın üretiminde fisyon sırasında açığa çıkan enerjiden yararlanılır (Görsel 4.12).



Görsel 4.12: Nükleer reaktörün çalışma prensibi

Dünyada dört yüzden fazla aktif nükleer santral vardır. Gelişmiş veya gelişmekte olan birçok ülkede yeni nükleer santraller kurulmaktadır. Mersin Akkuyu'da ülkemizin ilk nükleer enerji santralinin yapımı devam etmektedir.

Nükleer enerji, yenilenebilir bir enerji kaynağı olmamakla birlikte şu avantajlara sahiptir:

- Birim miktar yakıttan elde edilen enerji çok yüksektir.
- 7 gün 24 saat iklim ve meteoroloji koşullarına bağlı olmaksızın çalışır.
- Sera gazı salınımı yapmaz ve küresel ısınmaya neden olmaz.
- Diğer alternatiflere göre çok daha küçük alanlara kurulur.
- Fosil yakıt ithal eden ülkelerin enerjide dışa bağımlılığını azaltır.

Nükleer santrallerin bazı riskleri de vardır. Bu nedenle tesis çalışanlarını ve çevredeki sakinleri olası radyasyon sızıntılarına karşı korumak için tüm önlemler alınmalıdır. Yüksek radyasyon taşıyan nükleer atıkların güvenli bir şekilde depolanması ve uzaklaştırılması gerekmektedir. Tüm bunlara rağmen nükleer silah üretiminden kaynaklanan atık miktarı nükleer santralden kaynaklanandan daha fazladır.

Çözüm Sizde

Türkiye'nin gittikçe artan elektrik ve ısınma ihtiyacını en etkili biçimde karşılamak amacıyla bir planlama yapılacaktır. Bu planlama için sizin de görüşünüze ihtiyaç vardır. Gerekli araştırmaları yaparak

- Elektrik ve ısınma ihtiyacınızı karşılamak için yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklar öneriniz.
- Hangi enerji kaynağını neden seçtiğinizi açıklayınız.
- Bazı enerji kaynaklarını neden tercih etmediğinizi açıklayınız.

Değerlendirme

Görüş ve önerileriniz doğrultusunda aşağıdaki tabloları doldurunuz.

	ENERJİ KAYNAĞI TÜRÜ
Elektrik İhtiyacı İçin	
Isınma İhtiyacı İçin	

TERCİH ETTİĞİNİZ ENERJİ KAYNAKLARI		Veri	Gerekçe	Destekleme
Elektrik İhtiyacı İçin				
Isınma İhtiyacı İçin				
TERCİH ETMEDİĞİNİZ ENERJİ KAYNAKLARI		**Veri**	**Gerekçe**	**Destekleme**
Elektrik İhtiyacı İçin				
Isınma İhtiyacı İçin				

4.3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Sürdürülebilir Kalkınma

Başlarken

Sürdürülebilirlik kavramından ne anlıyorsunuz?

Sürdürülebilir hayat ve kalkınmaya katkı sağlamak için bireysel olarak neler yapılabilir?

18. yüzyılda Sanayi Devrimi'yle başlayan üretim artışı, dünya nüfusunun ve tüketimin de artmasıyla hızlanmıştır. Bilinçsiz tüketimin doğal kaynaklar ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri, 1960'lara kadar yerel boyutta ele alınmış ve kalkınmanın olağan bir sonucu olarak görülmüştür. Yenilenemeyen doğal kaynakların hızla tükenmesi, ormanların tahrip olması, biyolojik çeşitliliğin azalması, iklim değişiklikleri ve yoksulluğun artması gibi çevresel ve sosyal sorunlar 1970'lerde uluslararası boyutta ele alınmaya başlanmıştır.

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, 1987'de Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonunca (WCED) yayımlanan Ortak Geleceğimiz Raporu'nda "gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin bugünün ihtiyaçlarını karşılayabilecek kalkınma" olarak tanımlanmıştır. Bu tarihten itibaren sürdürülebilir kalkınma kavramı sıklıkla kullanılmıştır. Kalkınma sadece ekonomik büyüme olarak anlaşılmamalıdır. Kalkınmanın ekonomi, toplum ve çevre olmak üzere farklı boyutları vardır. Dünya liderleri; 2030'a kadar aşırı yoksulluğu sona erdirmek, eşitsizlik ve adaletsizlik ile mücadele etmek ve iklim değişikliğini düzeltmek için 2015 yılında 17 küresel amaç üzerinde uzlaşmıştır. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) olarak adlandırılan bu hedeflere Türkiye'nin kalkınma planlarında da yer verilmiştir (Görsel 4.13). Gelecek kuşaklara daha iyi bir gezegen bırakmak adına büyük önem taşıyan SKA'ların gerçekleştirilmesi hükûmetler, özel sektör, sivil toplum ve vatandaşların ortak sorumluluğudur.



Görsel 4.13: Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları

Sürdürülebilir hayat için en önemli adımlardan biri; modern, karşılanabilir, güvenilir ve sürdürülebilir enerjiye (Görsel 4.14) herkesin erişimini sağlamaktır. Bu hedefi gerçekleştirebilmek için enerji gereksinimini tükenen fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılamak, fosil yakıtların kullanımında ise verimliliği yükseltmek gerekmektedir. Son yıllarda otomobil üreticileri, içten yanmalı motor teknolojisini terk ederek elektrikli araç üretimine hız vermiştir. Gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülke, yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik üretimindeki payını hızla artırmış ve bu yüzyılın sonunda karbon salınımını sıfıra indirmeyi amaçlamıştır.



Görsel 4.14: Sürdürülebilir enerji

Günlük hayatta sık kullanılan ve halk arasında genel olarak plastik adıyla bilinen pet şişe, naylon poşet gibi polimer ürünlerin çoğu fosil yakıtlardan üretilmektedir. Bununla birlikte "kullan-at" şeklinde bir tüketim alışkanlığı sonucu plastik ürünler giderek artan miktarda katı atığa neden olmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın önemli adımlarından biri de atık yönetimidir. Hem doğal kaynakların hızla tüketilmesini önlemek hem de atıkları insan sağlığı ve çevre açısından problem olmaktan çıkararak ekonomik bir değere dönüştürmek bakımından atık yönetimi son derece önemlidir. Atık yönetiminde geri dönüşüm kavramı ön plandadır (Görsel 4.15). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ham madde ihtiyacının bir bölümünün geri dönüştürülebilen atıklardan karşılanması için geri dönüşüm tesislerinin sayısı hızla artırılmaktadır.



Görsel 4.15: Geri dönüşüm

Plastik atıkların bir kısmı geri kazanılırken bir kısmı da bertaraf tesislerinde yakılarak ısı veya elektrik enerjisine dönüştürülür. Plastik atıkların aksine kâğıt atıkların neredeyse tamamı geri dönüştürülebilir özelliktedir. Defter ve kitaplardan gazetelere, karton kolilerden peçetelere kadar akla gelen tüm kâğıt atıklar çeşitli işlemlerden geçirildikten sonra yeniden kâğıt veya karton üretiminde kullanılabilir. Kâğıdın doğal kaynağı ormanlar, ham maddesi ise odundur (Görsel 4.16). Bir ton kâğıdın geri dönüşümü ile 17 adet ağacın kesilmesi önlenebilir.



Görsel 4.16: Kâğıdın ham maddesi

Alüminyum yağ tenekeleri, içecek ve konserve kutuları gibi metal atıklar kalite kaybı olmadan defalarca geri dönüştürülebilmeleri nedeniyle sürdürülebilir atık yönetiminde önemli bir paya sahiptir (Görsel 4.17). Geri dönüştürülen metal atıklar ham madde hâline gelir ve üretim sırasında eritilerek tekrar kullanılır. Üstelik metallerin geri dönüşümü için harcanan enerji, metallerin madenlerden çıkartılması için gereken enerjiden çok daha azdır.



Görsel 4.17: Metal atıklar

Çözüm Sizde

Küresel ısınma, çevre kirliliği, doğal kaynakların hızla tüketilmesi ve sürdürülebilirlik kavramının ortaya çıkmasıyla yapı sektöründe çevre dostu ve yeşil binaların tasarlanması gündeme gelmiştir. Doğaya saygılı, ekolojik konforlu ve enerji tüketimini azaltan binalar "yeşil ev" olarak adlandırılmıştır.

- Doğaya ve ülke ekonomisine katkıda bulunmak için yeşil ev tasarlayınız.
- Binanız için ısı yalıtımı, geri dönüşüm, su ve enerji tasarrufu ile ilgili önerilerinizi maddeler hâlinde yazınız.
- Binanız için kullanacağınız malzemeleri listeleyiniz.
- Tasarladığınız yeşil evi sınıf ortamında sununuz.

Değerlendirme

1. Tasarladığınız binayı "yeşil ev" yapan özellikler nelerdir? Açıklayınız.
2. Binanızda kullandığınız malzemeleri neden tercih ettiğinizi açıklayınız.

4.4. NANOTEKNOLOJİ

Nanoteknoloji ve Nanoteknolojik Uygulamalar



Son zamanların en önemli çalışma alanlarından biri olan nanoteknolojinin tarihinin çok eskilere dayandığını biliyor musunuz?

Nanoteknolojik ürünlerin kullanımı Antik Dönem'e dayanmaktadır. 4. yüzyıldaki cam endüstrisinin en önemli örneklerinden biri Romalılara ait Lycurgus (Likurgus) Kupası'dır. Hâlen British Museum'da sergilenen kupanın en önemli özelliği önden aydınlatıldığında yeşil, arkadan aydınlatıldığında ise kırmızı rengi almasıdır. Kupanın renk değiştirmesinin sebebi, yapısında bulunan 50-100 nanometre boyutlarındaki (sofra tuzunun binde biri) altın ve gümüş parçacıklardır ve bu durum ancak 20. yüzyılın sonlarında açıklanabilmiştir.

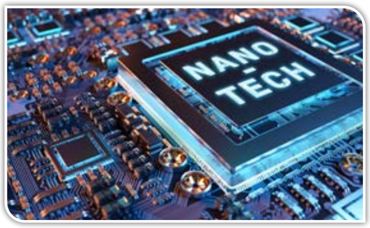
Nanoteknoloji, 1 ila 100 nanometre boyutlarındaki maddeler üzerinde çalışmalar yapan mühendislik ya da bilim dalı olarak tanımlanabilir. Nanoteknoloji, Yunancada "cüce" anlamına gelen nano (nanos) ön eki ile teknoloji sözcüğünün birleşiminden oluşur. Bir nanometre bir metrenin milyarda birine eşittir ($1 nm = 10^{-9} m$). DNA molekülünün boyu 2-2,5 nm, görünür ışığın dalga boyu 400-700 nm, bir insan saç telinin çapı yaklaşık 80 000 nm'dir.

Nanoboyuta yaklaştıkça artan yüzey alanı/hacim oranı ve kuantum mekaniğinin etkileri aynı malzemenin makroboyut ve nanoboyutta farklı özellikler göstermesine neden olur. Makroboyutta var olmayan bazı özellikler, nanoboyutta ortaya çıkabilir. Örneğin makroboyutta sarı renkli ve kimyasal tepkimelere karşı pasif olan altın, nanoboyutta kırmızı renkli olup kimyasal tepkimelere karşı aktif hâle gelebilir. Benzer şekilde nanoboyutta maddelerin mekanik, optik, elektriksel, manyetik, reaktiflik gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri değişebilir.

Nanoteknolojik üretim tekniklerini kullanarak daha sağlam, kaliteli, uzun ömürlü, ucuz, hafif ve küçük cihazlar geliştirmek mümkündür. Tasarım ve üretim aşamasında minyatürleşme olarak tanımlanabilecek bu eğilim, birçok mühendislik çalışmasının temelini oluşturur. Nanoteknoloji sayesinde daha az malzeme ve enerji kullanılarak üretim gerçekleştirilirken nakliye masrafları da azaltılabilir.

Nanoteknolojinin kullanıldığı sektörlerden bazıları şunlardır:

- **Elektronik ve Bilişim Teknolojileri:** Nanoölçekte devre elemanlarının kullanıldığı cep telefonu ve bilgisayarların boyutları küçülürken hızı, kapasitesi ve enerji verimliliği artmaktadır (Görsel 4.18).
- **Tıp:** Kanser hastalığının tedavisinde kullanılan akıllı kemoterapi ilaçları nanosensörler sayesinde kanserli hücreleri tespit etmektedir (Görsel 4.19). Nanoteknoloji sayesinde gelecek yıllarda görme, işitme gibi birçok engelin ortadan kalkacağı düşünülmektedir.



Görsel 4.18: Nanoteknoloji ile üretilen elektronik devre elemanları



Görsel 4.19: İşitme cihazında nanoteknoloji kullanımı

- **Tekstil:** Nanofilm kaplı kumaşlardan leke tutmayan, ütü gerektirmeyen ve su geçirmeyen özellikte giysiler üretilmektedir. Ayrıca çeşitli üstün özelliklere sahip akıllı giysiler ve askerî üniformalarla ilgili çalışmalar devam etmektedir.
- **Gıda:** Kil nanotüpler içeren plastik ambalaj malzemeleri sayesinde oksijen ve nem geçirgenliği azaltılarak gıdaların raf ömrü uzatılmaktadır. Ayrıca bozulan gıda maddeleri tespit edilmekte ve uyarı veren nanosensörler sayesinde gıda güvenliği artırılmaktadır.
- **Kozmetik:** Cilt gençleştirici ürünlere serbest radikal süpürücü olarak fullerenler, gündüz ve gece kremlerine altın ve gümüş nanopartiküller, güneş koruyucu kremlere UV filtreleyici özellikteki ZnO ve TiO_2 nanopartiküller dâhil edilmektedir.
- **Otomotiv:** Karbon nanotüpler veya grafen eklenen otomobil lastiklerinin aşınma direnci artmaktadır. Otomobil camlarına görünürlüğü artırmak için nanofilm kaplamalar, otomobil gövdesine ise boya koruyucu nanokil kaplamalar uygulanmaktadır. Ayrıca nanomalzemeler otomobillerin pil ve elektronik bileşenlerinde de kullanılmaktadır.

Yapı malzemeleri, havacılık ve uzay, savunma sanayisi, enerji depolama gibi daha birçok alanda nanoteknolojiden yararlanılmaktadır.

Nanoteknoloji, gelecekte günlük hayata ve bu teknolojiye yatırım yapan ülkelerin ekonomisine olumlu etkiler sağlayabilir. Gelişmiş ülkelerle rekabet edebilmek amacıyla Türkiye'de atılan en önemli adımlardan biri Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezinin (UNAM) kurulmasıdır.

Nanoteknolojinin olumlu etkilerinin yanında olumsuz etkileri de olabilir. Yeni bir çalışma alanı olmasından ve nanomalzemelerin olası yeni davranışları ile ilgili ayrıntılı veri eksikliğinden dolayı nanomalzemelerin taşıdığı riskler henüz tam anlaşılamamıştır. Ayrıca tüm teknolojiler gibi nanoteknoloji de gizlilik ve gelir dağılımındaki eşitsizlik konularında risk oluşturabilir. Dolayısıyla bu risklerin anlaşılması, ölçülmesi ve azaltılması insan ve çevre sağlığını koruyarak teknolojinin uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlamak için gereklidir.

Çözüm Sizde





Karbon ayak izi; her insanın ulaşım, ısınma, enerji tüketimi veya satın aldığı her türlü ürün neticesinde atmosfere yaydığı karbon miktarını anlatmak için kullanılan bir terimdir.

Her gün yapılan faaliyetler karbon salınımına neden olmakta ve dünyanın geleceğini etkilemektedir. Bu etki de insanların karbon ayak izidir.

- Karbon ayak izinizi genel ağdaki (internet) karbon ayak izi hesaplama sitelerini kullanarak hesaplayınız.
- Genel ağı kullanırken edu.tr, gov.tr uzantılı kaynakları tercih ediniz.

Değerlendirme

1. Bulduğunuz sonucu sınıf arkadaşlarınızla karşılaştırınız.

2. Karbon ayak izinizi azaltmak için çözüm önerilerinde bulununuz.

3. Çözüm önerilerinizi sınıf panosuna asınız.

Sıra Sizde

Aşağıdaki yapılandırılmış gridde enerji kaynakları ve bilimsel gelişmelerle ilgili bazı kavramlar verilmiştir.

Nanoteknoloji (1)	Doğal gaz (2)	Geri dönüşüm (3)	Güneş enerjisi (4)
Hidrojen enerjisi (5)	Kömür (6)	Sürdürülebilir kalkınma (7)	Biyokütle enerjisi (8)
Petrol (9)	Rüzgâr enerjisi (10)	Asit yağmuru (11)	Nükleer enerji (12)
Sera etkisi (13)	Çevrenin korunması (14)	Jeotermal enerji (15)	Sodyum borhidrür (16)

A) Aşağıdaki soruları griddeki kutu numaralarını kullanarak cevaplayınız.

I. Tüketildikçe yerine yenisi konamayan enerji kaynakları hangileridir?

II. Hangileri, doğal kaynakların tüketilmeden gelecek nesillere de aktarılması anlayışını içerir?

III. Magma tabakasına yakın yer altı suları, buhar ve gazın sahip olduğu enerji türü hangisidir?

IV. Bitkisel, hayvansal ve endüstriyel kaynaklı atıklardan elde edilen enerji türü hangisidir?

V. Yanabilen organik kayaç hangisidir?

VI. Dünyadaki doğal döngü içerisinde yerine yenisi konabilen enerji kaynakları hangileridir?

VII. Fosil yakıtların tüketilmesi sonucu ortaya çıkan sorunlar hangileridir?

VIII. Enerjide dışa bağımlılığın azalmasına katkı sağlayan enerji türleri hangileridir?

IX. Tekstilden sağlığa, kozmetikten enerjiye hayatın pek çok alanında kullanılan teknoloji hangisidir?

X. Hidrojenin taşınması ve depolanmasında en etkin mineral hangisidir?

B) Yapılandırılmış griddeki bu kavramlarla ilgili beş soru da siz hazırlayınız.

4.ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1-10. cümlelerin doğru ya da yanlış olduğunu belirterek cevabınızın gerekçesini yazınız.

1. Doğal gaz LPG'ye göre daha az CO_2 salınımına neden olur.

( ) Gerekçe:

2. Enerji verimliliği ve ekonomik değeri en fazla olan kömür türü linyittir.

( ) Gerekçe:

3. Havanın kinetik enerjisi, rüzgâr türbinleri ile elektrik enerjisine dönüştürülür.

( ) Gerekçe:

4. Nükleer santrallerde kömür yakılarak elektrik enerjisi elde edilir.

( ) Gerekçe:

5. Hava kirliliğinin olmadığı bölgelerde meydana gelen yağışlar nötr ya da bazik karakter taşır.

( ) Gerekçe:

6. Jeotermal enerjiden sadece termal ve sağlık turizmi ile konut ve seraların ısıtılmasında yararlanılır.

( ) Gerekçe:

7. Dünyada elementel hâlde hidrojen çok fazla miktarda bulunduğu için hidrojen enerjisinin yatırım maliyeti düşüktür.

( ) Gerekçe:

8. Nükleer enerji yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.

( ) Gerekçe:

9. Alüminyum metalinin madenlerden çıkartılması için gereken enerji, geri dönüşümü için harcanan enerjiden çok fazladır.

( ) Gerekçe:

10. Bir malzeme nanoboyut ve makroboyutta farklı özelliklere sahiptir.

( ) Gerekçe:

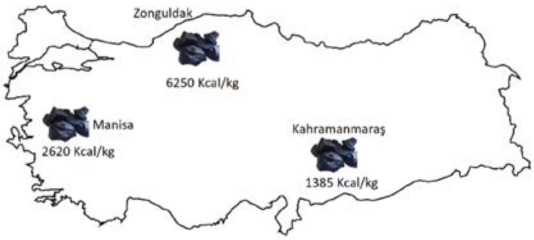
11-16. soruların cevaplarını boş bırakılan alanlara yazınız.

11. Yakıtlar maddenin indirgenmiş formlarıdır ve yanma olayı bir yükseltgenme tepkimesidir. Eğer bir atom (örneğin karbon) kendinden daha elektronegatif (örneğin oksijen) atomlarla maksimum bağ sayısına sahipse o madde yükseltgenemez ve yakıt olarak nitelendirilemez.

- Kömürün yapısındaki karbon (C)
- Karbon dioksit (CO_2)
- Doğal gazın yapısındaki metan (CH_4)
- Karbon tetraklorür (CCl_4)
- Hidrojen (H_2)
- Su (H_2O)

Bu maddelerden hangilerinin yakıt olarak kullanılabileceğini açıklayınız.
(Elektronegatiflik karşılaştırılması: Cl > O > C > H)

12. Aşağıdaki Türkiye haritasında üç farklı ildeki kömür havzalarından çıkarılan kömürlerin ortalama ısıl değerleri gösterilmiştir.

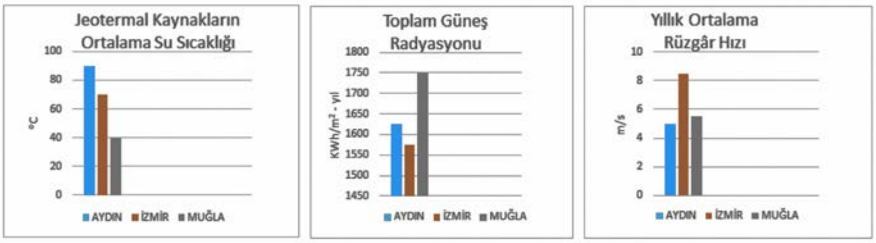


Buna göre illerdeki kömür türlerini

- Yapısındaki karbon oranı,
- Yandıktan sonra geriye kalan kül oranı,
- Oluşum süresi,
- Ekonomik değeri

bakımından karşılaştırınız.

13. Ege Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir enerji firması, yenilenebilir enerji ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Şirketin bu çalışma sonucunda elde ettiği grafikler aşağıda verilmiştir.



Grafiklerde yer alan verilere göre bu firma; güneş panelleri, rüzgâr türbinleri ve jeotermal enerji santrali kurmak için hangi illeri tercih etmelidir?

14. Bir kimya öğretmeni, nükleer enerji konulu münazara çalışması yapmak için sınıfta öğrencileri iki gruba ayırmıştır.
Siz bu münazarada nükleer enerjiden yararlanılması gerektiğini savunan grupta olsaydınız gerekçelerinizi nasıl açıklardınız?

15. Sürdürülebilirlik politikasını izleyen ve bu konuda gerekli sertifikalara sahip olan bir fabrikada ham madde, enerji ve insan kaynakları bakımından ne gibi uygulamalar bulunur?

16. Son yıllarda kullanılan en yeni bilgisayar işlemcilerinde transistörler arasındaki boşluk 7 nm seviyesindedir. Bilgisayar işlemcisi üreten bir firmanın AR-GE birimi, aralarında 2 nm boşluk bulunan transistörler ile yeni bir işlemci üretmiştir.
Bu yeni işlemcinin son yıllarda kullanılanlara göre ne gibi avantajları olabilir?

17-43. sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz.

17. Dünyada enerji talebinin hızla artması;
I. Nüfus artışı,
II. Sanayileşme,
III. Gelişen teknoloji
nedenlerinden hangileriyle açıklanabilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

18. Asit yağmurları ile ilgili
I. pH değeri 7'den küçük olan yağmur, asit yağmuru olarak adlandırılır.
II. Asit yağmurlarının oluşumunda en önemli etken doğal gaz kullanımıdır.
III. Sanayi tesislerinin bacalarına filtre takılması asit yağmurlarını önlemede etkilidir.
yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

19. **Güneş enerjisi ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Dışa bağımlı değildir.
B) Her zaman yüksek verimlidir.
C) Tükenme riski yoktur.
D) Kurulum maliyeti yüksektir.
E) Fosil yakıt tüketimini azaltır.

20. Enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için
I. Doğal gaz kullanımını artırmak,
II. Nükleer enerji santralleri kurmak,
III. Biyokütle enerjisinden yararlanmak
faaliyetlerinden hangilerinin yapılması uygundur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

21. **Sürdürülebilir kalkınmaya önem veren bir vatandaşın aşağıdakilerden hangisini yapması uygun değildir?**

A) Geri dönüşüme önem vermek
B) Çevreyi korumak
C) Kömür yerine LPG kullanmak
D) Ulaşımda bisikleti tercih etmek
E) Su tüketimini azaltmak

22. Alternatif enerji kaynakları ile ilgili
I. Güneş ışığı fotovoltaik hücre ile doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülür.
II. Nükleer santraller sera gazı salınımına sebep olur.
III. Rüzgâr türbinleri enerjide dışa bağımlılığı artırır.
yargılarını doğru (D) ya da yanlış (Y) olarak değerlendiren bir öğrenci tüm soruları uygun olarak cevapladığında aşağıdaki seçeneklerden hangisine ulaşır?

	I	II	III
A)	D	Y	Y
B)	D	D	Y
C)	Y	D	D
D)	Y	D	Y
E)	D	D	D

23. "Kömür, petrol ve doğal gaz fosil yakıtlar olarak adlandırılır çünkü bu yakıtlar ..." **cümlesinin sonuna aşağıdaki ifadelerden hangisinin getirilmesi en uygundur?**

A) hava kirliliğine neden olur.
B) yandığında enerji açığa çıkar.
C) yenilenemez olduğundan tükenir.
D) milyonlarca yıllık bitki ve hayvan kalıntılarından oluşur.
E) küresel iklim değişikliklerine neden olur.

24. Petrol ile ilgili
I. Hidrokarbon türü bileşiklerin oluşturduğu organik bir karışımdır.
II. Ham petrolden elde edilen yakıtlar içten yanmalı motorlarda kullanılır.
III. Asit yağmurlarının oluşumunda doğal gaza göre daha az etkilidir.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

25.
- Bir yakıtın birim kütlesinin tam yanması sonucu açığa çıkan enerji "ısıl değer" olarak tanımlanır.
- Kömürün yapısındaki C elementinin oranı arttıkça ısıl değeri de artar.

Buna göre aşağıdakilerin hangisinde kömür türlerinin ısıl değerleri doğru karşılaştırılmıştır?

A) Antrasit > taş kömürü > linyit > turba
B) Linyit > turba > antrasit > taş kömürü
C) Antrasit > linyit > turba > taş kömürü
D) Linyit > antrasit > taş kömürü > turba
E) Turba > linyit > taş kömürü > antrasit

26. I. Sanayi tesislerinin yoğun olması
II. Yakınında termik santral bulunması
III. Motorlu taşıt sayısının az olması
Bir yerleşim birimine ait yukarıdaki özelliklerden hangileri o bölgede yaşayan insanların solunum yolu hastalıklarına yakalanma riskini artırır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

27. I. Küresel ısınmaya yol açma
II. Asit yağmurlarına neden olma
III. Çevre ve insan sağlığına zarar verme
Yukarıdakilerden hangileri fosil yakıt tüketiminin zararlı etkileri arasındadır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

28. Aşağıdakilerden hangisi fosil yakıt tüketiminin canlılar ve çevre üzerindeki zararlı etkilerini azaltmak için yapılması gerekenlerden biri değildir?

A) Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimindeki payını artırmak
B) Bireysel motorlu taşıt kullanımını artırmak
C) Orman yangınlarını önlemek ve yeşil alanları çoğaltmak
D) Sanayi tesislerinin bacalarına filtre takmak
E) Enerji verimliliği yüksek olan elektronik cihazları kullanmak

29. I. Petrol
II. Nükleer
III. Rüzgâr
IV. Biyokütle
Yukarıdakilerden hangileri yenilenebilir enerji kaynağıdır?

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

30. Aşağıdakilerden hangisi fosil yakıtlara alternatif bir enerji kaynağı değildir?

A) LPG B) Nükleer C) Hidrojen
D) Jeotermal E) Güneş

31. Güneş ışığını doğrudan elektriğe dönüştüren cihaz aşağıdakilerden hangisidir?

A) Türbin
B) Yakıt hücresi
C) Nükleer reaktör
D) Fotovoltaik hücre
E) Güneş kolektörü

32. I. Verimliliğinin düşük olması
II. Yatırım maliyetinin yüksek olması
III. Günün her saatinde yararlanılamaması
Güneş enerjisi konusunda AR-GE çalışması yapan bir ekip yukarıdaki sorunlardan hangilerine çözüm arar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

33. Aşağıdaki Türkiye haritasında rüzgâr potansiyeli olan bölgeler en yüksekten en düşüğe doğru sırasıyla kırmızı, sarı, mavi ve yeşil renkle gösterilmiştir.



Buna göre hangi ilimizde rüzgâr enerjisinden en verimli şekilde yararlanılır?

A) Muğla B) Çanakkale C) Trabzon
D) Konya E) Hakkâri

34. Yanma ürünleri dikkate alındığında aşağıdakilerden hangisi en temiz yakıt olarak nitelendirilebilir?

A) Odun B) Kömür C) Hidrojen
D) Doğal gaz E) LPG

35. Dünya'nın iç ısısından kaynaklanan enerjiye ne ad verilir?

A) Jeotermal B) Nükleer C) Biyokütle
D) Hidrojen E) Rüzgâr

36. **Birim hacimde depolanabilecek hidrojen açısından üstün özellikleri nedeniyle gelecekte enerji alanında önem kazanması beklenen bileşiğin adı nedir?**

A) Sodyum oksit
B) Sodyum bromür
C) Sodyum hidroksit
D) Sodyum borhidrür
E) Sodyum bikarbonat

37. **Yenilenebilir olmasına rağmen kullanımı sonucunda atmosfere CO_2 gazı salınan enerji kaynağı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Güneş B) Doğal gaz C) Biyokütle D) Hidrojen E) Rüzgâr

38. I. Yenilenebilir olması
II. Verimliliğinin çok yüksek olması
III. Sera gazı salınımına neden olmaması
IV. Meteorolojik koşullardan bağımsız olarak çalışması
Yukarıdakilerden hangileri nükleer enerjinin avantajlarındandır?

A) Yalnız II B) II ve III C) III ve IV D) I, II ve III E) II, III ve IV

39. Bir öğretmen, öğrencilerinden sürdürülebilir kalkınma konulu bir pano hazırlamalarını istemiştir.
Buna göre öğrencilerin hazırlayacağı panoda aşağıdaki sloganlardan hangisinin yer alması uygun değildir?

A) Her eve doğal gaz
B) Açlığa ve yoksulluğa son
C) Herkes için nitelikli eğitim
D) Sorumlu üretim ve tüketim
E) İnsana yakışır iş ve ekonomik büyüme

Etkinlik için akıllı cihazınıza karekodu okutunuz.

40. I. Yalnızca ekonomik büyümeyi önemsemek
II. Gelecek kuşaklara yaşanabilir bir dünya bırakmak
III. Çevre kirliliğini kalkınmanın doğal bir sonucu olarak kabul etmek
Yukarıdakilerden hangileri sürdürülebilirlik düşüncesi ile bağdaşır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

41. Sürdürülebilir kalkınmanın önemli adımlarından biri atık yönetimidir. Atık yönetiminde geri dönüşüm kavramı ön plana çıkar. Plastik atıkların bir kısmı, kâğıt ve metal atıkların ise neredeyse tamamı geri dönüştürülebilir özelliktedir. Geri dönüşüm sayesinde hem doğal kaynakların hızla tüketilmesi önlenir hem de atıklar insan sağlığı ve çevre açısından problem olmaktan çıkarılarak ekonomik bir değere dönüştürülür.
Bu parçaya göre aşağıdakilerden hangisine ulaşılamaz?

A) Geri dönüşüm ülke ekonomisine katkı sağlar.
B) Bazı atıklar insan sağlığı açısından risk teşkil eder.
C) Geri dönüşüm sayesinde çevre kirliliği önlenebilir.
D) Tüm atıklar geri dönüştürülebilir.
E) Geri dönüşüm sürdürülebilir hayatı destekler.

42. **Nanometre boyutuna getirilen saf altın külçesi ile ilgili**
I. Renk değiştirebilir.
II. Yüzey alanı/hacim oranı artar.
III. Kimyasal olarak aktif hâle gelebilir.
ifadelerinden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

43. I. Nakliye masraflarının azalması
II. Ham madde ve enerji ihtiyacının azalması
III. Daha hafif ve sağlam malzemelerin üretilebilmesi
Yukarıdakilerden hangileri nanoteknolojik üretim tekniklerinin avantajlarındandır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

A-B

analiz : Bir maddenin bileşimini belirlemek için yapılan işlem, çözümleme.
anestezi : Canlı vücudunun tümünde veya bir bölgesinde ağrı, ısı, ışık ve dokunma gibi tüm duyuların ortadan kaldırılması; duyu yitimi.
antiseptik : Mikroorganizmaları etkisiz hâle getirmek veya yok etmek için kullanılan madde.
apolar : Elektrik dipol momenti sıfır olan molekül.
biyokütle : Fosilleşmiş biyolojik kaynaklardan elde edilen canlı organizmaların toplam kütlesi.

C-Ç

çözelti : Çözünme sonucu ortaya çıkan madde.
çözücü : Başka bir maddeyi çözme özelliği olan madde.
çözünme : Katı, sıvı ya da gaz evrelerinden birinde bulunan bir maddenin, molekül ya da atomlarını bir arada tutan güçleri yenerek bir başka maddenin içinde dağılması olayı.
çözünürlük : Birim hacimde çözünen madde miktarı.

D-E

dezenfektan : Mikrop kırma özelliği olan madde.
ekolojik : Bütün canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi için gerekli olan şartlar ve bu şartların birbiriyle ilişkisi, çevre bilimsel.
elektroliz : Bir elektrik akımının etkisiyle ortaya çıkan kimyasal ayrışma.
enol : Bir alken molekülünde ikili bağın bulunduğu karbon atomlarından birine hidroksil grubunun bağlanmasıyla oluşan bileşik.

F-G

fenolik : Yapısında fenol grubu taşıyan (madde).
fermantasyon : Bir maddenin mikroorganizmalar tarafından salgılanan enzimlerin etkisiyle uğradığı kimyasal değişiklik, mayalanma.
filtre : Süzme işleminde kullanılan aparat.
fisyon : Kütle numarası büyük radyoaktif bir atom çekirdeğinin nötron, proton gibi bir parçacıkla bombardıman edilerek parçalanması ve kütle numarası küçük iki ayrı çekirdeğe dönüşmesi olayı.
fotovoltaik : Güneş hücreleri ya da panelleri sayesinde Güneş'ten elektrik elde etme yöntemi.
füzyon : Kütle numarası küçük çekirdeklerin ($_1H$, $_2D$, $_3He$ vb.) çok yüksek basınçta ve yüksek sıcaklıklarda kaynaşıp kütle numarası büyük çekirdeklere dönüşmesi.
geri dönüşüm : Atıkların fiziksel veya kimyasal işlemlere tabi tutularak yeniden değerlendirilmesi.

H-I-İ

halojen : 7A grubundaki ametaller.
hidrofil : Bir bileşiğin suya eğilimi olan grubu.
hidrofob : Bir bileşiğin suda az çözünen veya hiç çözünmeyen grubu.
hidroliz : Bir molekülün su etkisiyle parçalanarak daha küçük maddeler oluşturması.
iletken : Elektrik akımı, ısı, gaz vb.ni bir yerden başka bir yere aktaran nesne ya da ortam.

J-K-L

kangren : Vücudun herhangi bir yerindeki dokunun oraya kan gelmemesi sonucu ölmesi.
katalizör : Kimyasal tepkimenin olmasını veya hızının değişmesini molekül yapısını değiştirmeden sağlayan, katalitik etkiye yol açan madde.
kozmetik : Cildi ve saçları güzelleştirmeye, canlı tutmaya yarayan her türlü madde.
London etkileşimi : Apolar tanecikler arasında etkili olan zayıf etkileşim türü.

M-N

manyetik : Mıknatısla ilgili, kendinde mıknatıs özellikleri bulunan.
mineral : Normal sıcaklıkta doğada katı durumda birtakım maddelerle karışık veya birleşik olarak bulunan veya kimyasal yollarla elde edilen inorganik madde.
naylon : Yüksek mol kütleli poliamitlerden oluşan plastik malzeme.

O-Ö

optik : Fizik biliminin ışık olaylarını inceleyen kolu.
orbital : Elektronun bulunma olasılığının en yüksek olduğu bölge.
özdeş : Her türlü nitelik bakımından eşit olan, aralarında fark bulunmayan.

P-R

peroksit : Oksijenin -1 yükseltgenme basamağına sahip olduğu bileşiklere verilen ad.
piston : Bazı araçlarda, motorlarda bir silindir içinde düzenli hareket eden daha küçük çaplı silindir, itenek.
polar : Elektrik dipol momenti sıfır olmayan molekül.
radikal : Ortaklanmamış elektronu bulunan atom, iyon ya da moleküllere verilen ad.
rafine : Bir maddenin üretilmesi aşamasında istenmeyen maddelerin uzaklaştırılması işlemi.
rezerv : Yatağında veya havzasında bulunduğu hesaplanan, henüz işletilmemiş kömür, demir, petrol vb.

S-Ş-T

sondaj : Belirli sebep ve prensipler doğrultusunda kayaları parçalamak ya da delikler açmak için yapılan işlemlerin genel adı.
tautomer : İkili bağ elektronunun hidrojen atomuyla yer değiştirmesi.
transistör : Germanyum veya silisyum elementlerinin yarı iletkenlik özelliklerinden yararlanılarak imal edilen, elektronik tüplerin elektrik titreşimlerini genişletmekte kullanılan, sağlam yapılı ve uzun ömürlü alet.

U-Ü-V-Y-Z

üreteç : Herhangi bir mekanik enerjiyi elektrik akımına çeviren aygıt, jeneratör, dinamo.
voltmetre : Bir elektrik devresindeki potansiyel farkını volt cinsinden ölçmeye yarayan alet.

DİZİN

KAYNAKÇA

Atkins, P., Jones, L. (2010). **Chemical Principles The Quest For Insight.** New York: Quebecor.

Ayas, A., Sözbilir, M. (2017). **Kimya Öğretimi.** Ankara: Pegem Yayınevi.

Chang, R., Overby, J. (2011). **General Chemistry The Essential Concepts.** New York: The McGraw-Hill.

Durmuşkahya, C. (2008). Ateşe ve Meyvelere Renk Veren Madde, Karpit. **Bilim ve Teknik Dergisi,** 41 (602), 96-97.

Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. (2014). Çalışma Yapraklarının Öğrencilerin Yükseltgenme ve İndirgenme Kavramlarını Anlamaları Üzerine Etkisi. **Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, Journal of Research in Education and Teaching.** 3 (2), 243-256.

Hill, W. J., Mc Creary, T. W. (2016). **Chemistry For Changing Times.** England: Pearson Education Limited.

Malone, L., J., Dolter, T. (2010). **Basic Concepts of Chemistry.** United States of America: John Wiley&Sins.

Petrucci, R. H.,Herring, F. G., Madura, J. D., Bissonnette, C. (2017). **General Chemistry Principles and Modern Applications.** Canada: Pearson.

Phillips, J. S., Strozak, V. S., Wistrom, C. (2002). **Chemistry Concepts and Applications.** United States of America: Glencoe/McGraw-Hill.

Powers, A. (2011). **Chemistry In The Community.** United States of America: American Chemical Society.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, **Ortaöğretim Kimya Dersi 12. Sınıf Öğretim Programı,** Ankara, (2018).

Tro, N. J. (2021). **Moleküler Bir Yaklaşımla Kimyanın İlkeleri.** Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Türkçe Sözlük (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Yazım Kılavuzu (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Yıldırım, M. (2012). Geleceğin Karbonu. **Bilim ve Teknik Dergisi,** 45 (773), 24-31.

Kaynakça, APA yazım sistemi 6. sürüme göre hazırlanmıştır.

Kitabın görsel, genel ağ ve e-içerik kaynakçalarına ulaşmak için akıllı cihazınıza karekodu okutunuz.

Kitap geneli cevap anahtarına ulaşmak için akıllı cihazınıza karekodu okutunuz.